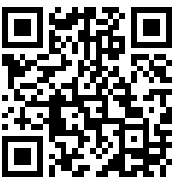
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

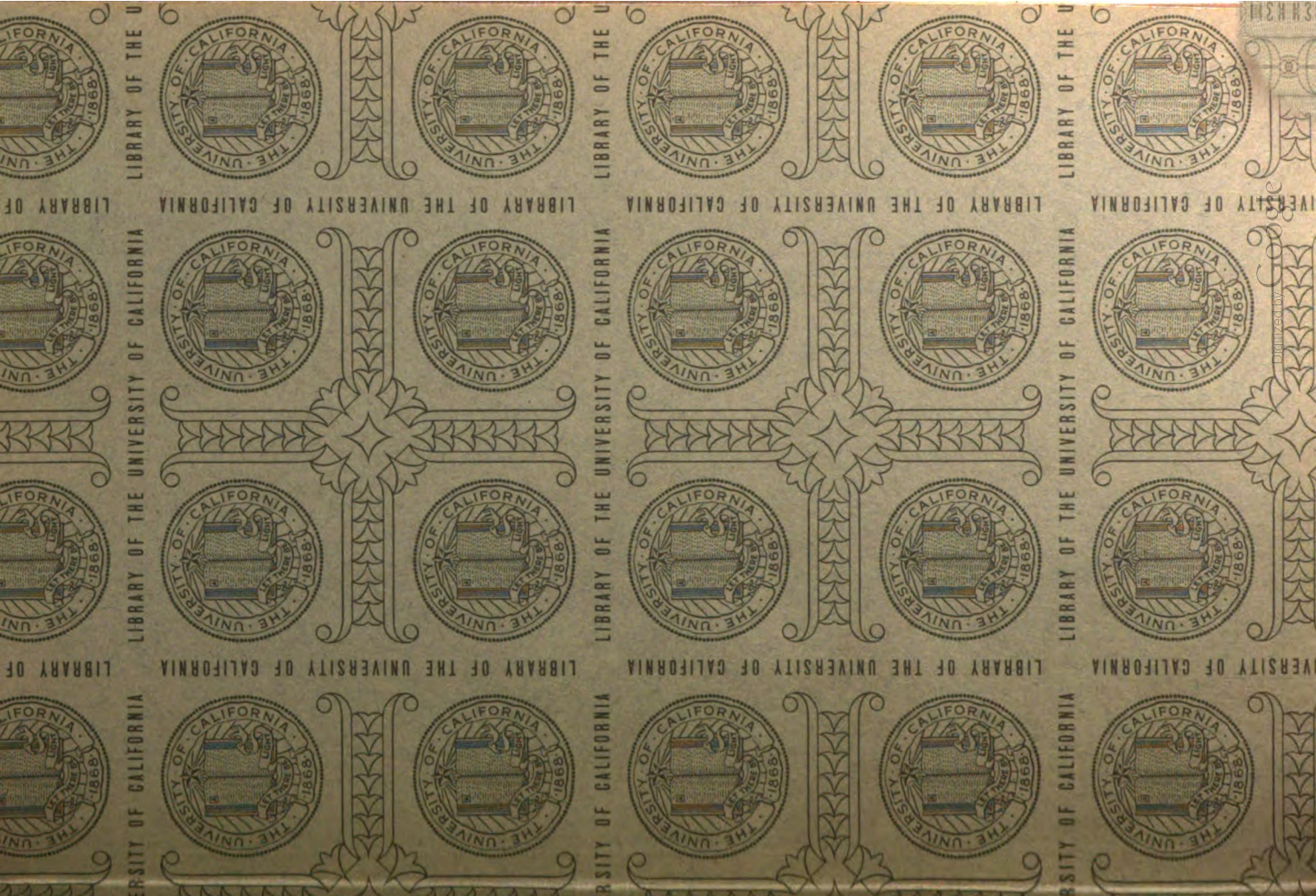
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
Digitized by Google


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Bal. ex
[Munich
APR 6 1930
Naturwissenschaft und technik]
1-5
1929-33
(New)

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

WEGE UND ZIELE DES DEUTSCHEN MUSEUMS

VON

W. VON DYCK

1929

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V d I, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 1

WEGE UND ZIELE DES DEUTSCHEN MUSEUMS

REDE BEI DER JAHRESFEIER
DES DEUTSCHEN MUSEUMS AM 6. MAI 1928

VON

W. VON DYCK

1 9 2 9

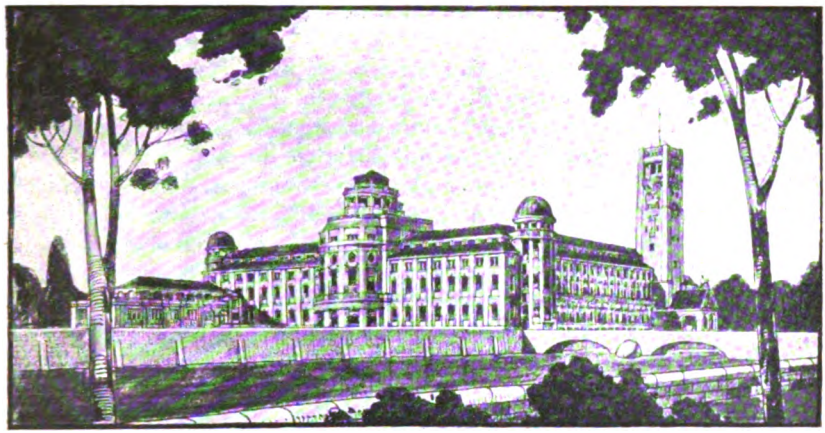
VDI-VERLAG GMBH BERLIN NW 7

Digitized by Google

EXCHANGE

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google



Fünfundzwanzig Jahre Deutsches Museum! Eine Zeit energischen Schaffens um die Verwirklichung und den Ausbau eines großen Gedankens, den der Gründer des Museums damals, am 5. Mai 1903, in einer denkwürdigen Versammlung im Sitzungssaale der Obersten Baubehörde einem kleinen Kreise von Vertretern der Naturwissenschaften und der Technik vorgetragen hat, und der dann, unmittelbar in seiner Bedeutung erkannt, im Juni des gleichen Jahres zur Gründung des „Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und der Technik" führte.

Soweit Wege und Ziele des Deutschen Museums in seiner Geschichte zum Ausdruck kommen, wird es gerechtfertigt erscheinen, in den folgenden Betrachtungen von dieser geschichtlichen Entwicklung auszugehen. Wenn wir zu dem Ende die grauen Hefte durchblättern, die Jahr um Jahr den Verwaltungsbericht und die Sitzungsprotokolle zusammenfassen, die in lebendiger Charakteristik, in Wort und Bild die dargebrachten und die neuerworbenen Schätze verzeichnen, in langen Listen die Desiderata registrieren und auf die Lücken eindringlich hinweisen, die noch auszufüllen sind, die von den Plänen für die Zukunft, von Hoffnung und freudiger Zuversicht und wieder von banger Sorge und von der Not der Zeit berichten, die von festlichem Gepränge und eindrucksvollen Reden zu erzählen wissen und wiederum in trockenen Zahlen zu uns sprechen — so erkennen wir, daß wir die Bedeutung und den Umfang des Geschehens im Laufe jener 25 Jahre nicht nach der Menge des gleichmäßig verrinnenden Sandes einer Sanduhr messen können, daß wir vielmehr das Maß der Dinge in der Fülle der bleibenden Gedanken erkennen müssen, die in jener kurzen Zeitspanne Form gewonnen

M190629

Digitized by Google

haben, und nach der Summe der Arbeit, die zu ihrer Verwirklichung geleistet worden ist.

Rückblick und Übersicht darüber ist außer in jenen grauen Heften noch gegeben in der Festschrift, die der Verein deutscher Ingenieure zur Eröffnungsfeier des Museums unter der Redaktion von Matschoß herausgegeben hat und in der reichillustrierten bis zum Jahre 1925 geführten Chronik des Museums. Dort hat Baurat Bosch Geschichte und Schicksale der Museumsbauten dargelegt, die für die beiden Münchener Architekten Gabriel und Emanuel von Seidl das letzte Lebenswerk gewesen sind. Dort hat Kerschensteiner seine Gedanken über die Bildungsaufgaben des Museums nach ihren „logischen, psychologisch-pädagogischen und teleologischen Aspekten" entwickelt und über das Erkennen, über die Förderung praktischer und wissenschaftlicher Interessen hinaus als das letzte Ziel den Weg zur Ehrfurcht nicht bloß vor den Werken, sondern vor allem auch vor den Schöpfern dieser Werke hervorgehoben. Wie gerade diese Absicht dem Ehrensaal des Deutschen Museums zukommt, in seinen Monumenten und Sinnsprüchen zu uns redet, schildert ein weiterer Aufsatz. Umfang, Anordnung und wichtigste Objekte der einzelnen Fachgruppen des Museums endlich sind von den Fachberatern dieser Abteilung geschildert und durch mannigfachste bildliche Darstellung uns vor Augen geführt.

Was bleibt dem Redner des heutigen Tages noch übrig, um Ziel und Wege, um den Ruhm des Deutschen Museums zu verkünden?

Man könnte, um ganz modern zu sein, und wenn die Sanduhr es gestatten würde, daran denken, den Entwicklungsgang nach Art eines Films vorzuführen, und zwar als einen durch die Zeitlupe gesehenen Vorgang. Wo dann das langsame Heranreifen des Gedankens eines technischen Museums, von lange vorbereitet durch das völlige Versenken eines jungen Elektroingenieurs in die Schätze des Kensington-Museums und des Conservatoire des Arts et Métiers, darzulegen wäre, das stetige Ringen um die Verwirklichung des großgedachten Planes, das zähe Werben um die nötigen, nicht geringen Mittel. Wo dann eindringlich vor Augen gestellt wäre, wie nach den ersten schwersten Schritten das Ganze unaufhaltsam stetig in seinem Auf- und Ausbau und im Urteil der Menschen vorwärtsgedrungen ist, gleich jenen großen Tanks im Weltkrieg alle Hindernisse überwindend, die entgegenstehen mochten und wie es in dieser steten Wucht und im unaufhaltsamen Vorwärtsschreiten auch die furchtbarste Zeit des Krieges und ebenso den lähmenden Wahnsinn des Umsturzes bestanden hat, bestanden, weil es die Verwirklichung eines idealen Gedankens galt, der über zeitlichen und materiellen Fragen steht und einem der Kultur und Wohlfahrt unseres Volkes zugewandten Ziel zusteuert, das unverrückt geblieben ist, auch als der Boden allenthalben schwankte.

Treffender aber noch als durch solche verzögerte Darstellung des Geschehens wäre es vielleicht, den historischen Film vom Werdegang des

Digitized by Google

Museums in verkürztem Zeitmaß ablaufen zu lassen, wo uns dann auf der andern Seite so recht zum Bewußtsein gebracht würde, wie Schlag auf Schlag jener ersten Sitzung die Gründung des Museums, die Schaffung geeigneter Museumsräume, der Zustrom der Sammlungsgegenstände folgten, die Pläne für den Bau erstanden, die Fundamente trotz größter Schwierigkeiten gelegt, die Mauern aufgerichtet wurden, bis jene Tanks des Krieges, diesmal die wirklichen, die Verzögerung des Siegeslaufes mit sich brachten. Und hierbei wiederum würde sich zeigen, wie eben in dieser kritischen Periode die Blitze von der wurfgewohnten Hand des das All beherrschenden Jupiter tonans geschleudert, wieder neues Leben und Bewegung schufen, Entscheidungen erzwungen, versiegte Quellen mit dem Zauberwort „nun gerade" neu aus hartem Stein geschlagen haben. Nun fehlte nur noch, höre ich Sie erschüttert sagen, nach dieser Erinnerung an Vater Zeus, an Aaron und an Sesam, nun fehlte nur noch Schillers wohlbekanntes Kornfeld auf Millers ausgestreckter flacher Hand!

Auch die Verwendung des Trickfilms ließe sich wohl in Erwägung ziehen, etwa um, frei nach Linde, die Verwandlung der Aggregatzustände ineinander den weiten Kreisen des staunenden Publikums zu demonstrieren, wo sich dann auf der Museumsinsel ein Sturm, eine gewaltige Windsbraut erheben müßte, unter derem heißen Atem allerorten in den Kassenschränken die Mittel flüssig werden und zusammenfließen, so lange, bis aus ihrem Strom heraus der Bibliotheksbau feste Gestalt angenommen hat.

Doch ich bin zu alt und auch wohl zu altmodisch, um auf meine alten Tage noch zum Filmoperateur zu werden.

Ich sehe daher von solcher Form, die Geschichte des Museums vor Ihren Augen abrollen zu lassen, ab, will mich vielmehr darauf beschränken, an einige bedeutungsvolle Momente zu erinnern, aus denen die Absicht, die wir stets vor Augen haben müssen, klar hervortritt und die zugleich das Andenken an einige der führenden Persönlichkeiten des Museums in uns wachrufen, die ihm mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind, die es gefördert, die es beschirmt haben und die im Laufe dieses ersten Abschnittes unserer Geschichte dahingegangen sind.

Wir gedenken vor anderem der Gründung des Museums, vollzogen unter der Ägide des Prinzregenten Luitpold von Bayern, unter dem Vorsitz des Prinzen Ludwig, unter der Patenschaft des Vereines deutscher Ingenieure, im Festsaal der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Damals wurde die Absicht des Museums zum erstenmal durch seinen Schöpfer einem erweiterten sachkundigen Kreise dargelegt. Mit freudiger Zustimmung erkannten alle, daß es hier ein Werk zu schaffen galt, wert, die besten Kräfte dafür einzusetzen. Man erkannte, daß gerade jetzt noch Zeit sei, bedeutungsvolle Werke deutscher Technik dem Verfall und der Vergessenheit zu entreißen, und daß gerade jetzt die Zeit gekommen sei, für die Erfolge der Zusammenarbeit von Naturwissenschaft und Technik Anteil und Interesse in weiten Kreisen zu er-

Digitized by Google

wecken. Da flossen unmittelbar auch die ersten Spenden und Stiftungen zu dem Werk:

Die Bayerische Akademie der Wissenschaften brachte durch ihren Präsidenten von Zittel ihre vor Jahren auf Pettenkofers Veranlassung zusammengebrachte kostbare Sammlung historisch und wissenschaftlich bedeutsamer Apparate und Instrumente dem Museum als Morgengabe dar.

Die Stadt München verkündete durch den Mund des Oberbürgermeisters von Borscht die Stiftung von Grund und Boden für den künftigen Bau, einen Teil der damaligen Kohleninsel, die heute als Museumsinsel ganz den Sammlungen und dem Ausbau der Bibliothek und der Studienräume dient. Der unmittelbaren Aufstellung der in rascher Folge gestifteten Sammlungsgegenstände stellte der Staat die freien Räume des alten Nationalmuseums zur Verfügung, wie weiterhin den größten Teil der Isarkaserne. Die erste reiche Spende zu den privaten Stiftungen gab der Gründer der bekannten Lokomotivfabrik Dr.-Ing. Krauß, der überdies die erste aus der Firma hervorgegangene preisgekrönte Lokomotive einer neuen erfolgreichen Bauart für die Maschinenhalle stiftete, wo sie neben dem Schnittmodell einer Maffeischen Schnellzugslokomotive der Bayerischen Verkehrsverwaltung und neben der ersten elektrischen Lokomotive von Werner von Siemens ihre Aufstellung fand.

Und wer gedächte nicht, wenn er jene Gründungstage sich vergegenwärtigt mit innerer Bewegung der ehrwürdigen Gestalt des Prinzregenten Luitpold, der seiner Freude an dem Werk jedem einzelnen der zur Mitarbeit herzugekommenen Gäste noch durch ganz persönlichen Anteil Ausdruck zu geben wußte und seiner Genugtuung darüber, daß sein Sohn, Prinz Ludwig, von jeher ein verständnisvoller Förderer der Technik, das Protektorat über das Museum übernommen hatte.

So wuchs von Anfang an das Unternehmen als ein deutsches auf, geschaffen und getragen vom deutschen Volk und für das deutsche Volk in allen seinen Gliedern, und doch in seiner Eigenart bodenständig verwachsen in der engeren Heimat seines Schöpfers. Fürwahr, es war ein glückhaftes Schiff, das unter deutscher Flagge, unter bayerischen Wimpeln, begleitet von den Glück- und Segenswünschen aus allen Teilen des Reiches an jenem Gründungstag vom Stapel lief, das auf seiner Fahrt sonniger Tage und guten, wohl ausgenutzten Windes sich erfreuen sollte, das aber auch den schwersten Sturm, der je ein Volk betroffen, unter starker Führung sicher überstanden hat.

Zum zweiten möchte ich an die Stiftung einzelner Museumsobjekte erinnern, deren einige ich soeben berührt habe, eines der erfreulichsten Kapitel der Geschichte. Der Schöpfer des Museums — der Name soll ja bekanntlich nicht genannt werden — hat wiederholt erklärt: „Geld

Digitized by Google

spielt nur eine geringe Rolle für die Errichtung des Museums. Allseitiger persönlicher Anteil und Begeisterung für die Sache ist das Ausschlaggebende und diese spricht sich zumal in der Zuweisung wertvoller Sammlungsgegenstände und in tätiger Mitarbeit an den Aufgaben des Museums aus." Und in der Tat, ich glaube nicht, daß die Unterschrift unter einen Scheck je mit einem so von Herzen kommenden Schnörkel geleistet worden ist, als die Übergabe wertvoller Stiftungen mit herzlichen Worten und Wünschen begleitet war. Wer gedächte da nicht des freudigen Stolzes, mit dem der Deutsche Kaiser persönlich das prächtige auf der Vulkanwerft gebaute Schnittmodell des 19 000 t-Linienschiffes Rheinland in all seinen aufgedeckten Teilen erläuterte. Wer nicht des Eindruckes, als die von den Berliner Mitgliedern des Museums gestiftete, in den Hauptwerkstätten der Eisenbahndirektion München gefertigte Nachbildung der Wattschen Dampfmaschine sich (1912) zum ersten Male in Bewegung setzte, wer nicht der Spannung, die eintrat, als das getreue Abbild von Hedleys Puffing Billy sich bei seiner Übergabe durch den Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen nach nötiger Wärmezufuhr und Überredungskunst schwer atmend, mit heiserem Pfeifen und seine Balanciers auf- und niederstemmend über die gußeisernen Schienen zu rollen sich anschickte und von der ruhmvollen Arbeit seines Meisters Zeugnis ablegte.

Ich erinnere weiter an die denkwürdige Stunde, als im Angesicht der Modelle seines starren Luftschiffes Graf Zeppelin von seiner großen Rheinfahrt im August des Jahres 1908 Bericht erstattete, von der Landung in Echterdingen, vom Losreißen des Luftschiffes durch eine plötzlich einsetzende Sturmwelle und von seiner Zerstörung, und daran, wie gerade diese Sturmwelle eine Woge der Begeisterung für Zeppelins Wagemut in ganz Deutschland auslöste, die ihm die Durchführung seiner hochfliegenden Pläne erst recht ermöglicht hat. Ein Jahr darauf bestieg unter dem freudigen Zuruf der Festgäste des Museums Graf Zeppelin in Würdigung eines edlen Wettstreits das wohlbewährte Luftschiff Parsevals.

Aus der Fülle der Stiftungen von Originalen und Modellen denkwürdiger Apparate, Instrumente und Maschinen greife ich noch eine — einen Teil für alle — rein wissenschaftlichen Charakters heraus: die Übergabe der Apparate, mit denen Hertz durch die Entdeckung seiner Strahlen elektrischer Kraft die elektromagnetische Natur des Lichtes erwiesen hat. Die bewegten Worte, mit denen Professor Lehmann diese Apparate, die den Stolz des physikalischen Institutes der Karlsruher Hochschule gebildet hatten, der Obhut des Deutschen Museums 1913 übergab, lassen deutlich erkennen, wie schwer es ihm geworden war, diese Objekte, die wichtigsten und interessantesten Demonstrationsobjekte seiner Vorlesung, aus der Hand zu geben; wie es aber geschah in der Überzeugung, daß sie im Deutschen Museum im höchsten Maße dazu dienen werden, in weitesten Kreisen unseres Volkes Verständnis dafür zu erwecken, wie

Digitized by Google

durch die stille, nach außen kaum bemerkbare Tätigkeit in wissenschaftlichen Laboratorien das Fundament gelegt wird für die Weiterentwicklung der Technik und damit für den Fortschritt unserer gesamten Kultur; daß sie zeigen, wie derartige Entdeckungen ganze Reihen nicht minder bedeutsamer auslösen können; daß es nicht der Zufall ist, der solche Entdeckungen zutage fördert, sondern die unermüdliche, angestrengte zielbewußte geistige Tätigkeit auf dem Gebiete der reinen Wissenschaft, welche nicht direkt Nutzen, sondern lediglich die Wahrheit sucht.

Fassen wir die Bedeutung solcher Schätze, wie der jetzt genannten, denen sich noch viele Reihen weiterer anfügen ließen, zusammen, so erweckt ihr Anblick vor anderem das Gefühl der Ehrfurcht vor den Zeugen genialer Gedankenarbeit; wir glauben, den Geist zu spüren, dem jene Maschinen und Apparate ihre Form verdanken, als ob er noch in ihnen geheimnisvoll verborgen wäre, und glauben zu erkennen, wie gerade dieser Geist wieder hervortritt und neue Gedankenreihen zu knüpfen vermag: „Ex ingenio instrumentum — ex instrumento ingenium."

Auf ein großes und nicht speziell vorgebildetes Publikum ergibt sich zumal eine Wirkung, die Mach in seinen „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen" das Gefühl für die Romantik und die Poesie der Forschung nennt.

„Man muß sich", führt er aus, „auf die Darlegung der einfachsten und wesentlichsten Punkte beschränken. Man muß das Anziehende und Spannende eines Problems darlegen und zeigen, wie durch das von einer unscheinbaren Aufklärung ausstrahlende Licht zuweilen weite Gebiete von Tatsachen erleuchtet werden. Auch durch den Nachweis der Gleichartigkeit des alltäglichen und des wissenschaftlichen Denkens können solche Vorführungen günstig wirken. Das Publikum verliert hiedurch die Scheu vor wissenschaftlichen Fragen und gewinnt jenes Interesse an der Untersuchung, welches dem Forscher so förderlich ist. Diesem hingegen wird die Einsicht nahegelegt, daß er mit seiner Arbeit nur einen kleinen Teil des allgemeinen Entwicklungsprozesses vorstellt, und daß die Ergebnisse der Forschung nicht nur ihm und einigen Fachgenossen, sondern dem Ganzen zugute kommen sollen."

Diese Gedanken leiten von den Schätzen der Sammlungen zur gesamten Aufgabe des Museums über. In seinem aus Anlaß der 5. Jahresversammlung gehaltenen Festvortrag über „Wissenschaft und Technik" hat Felix Klein die Mission des Deutschen Museums so zusammengefaßt: „Es sei eine Unterrichtsanstalt größten Stiles, welche dem Bildungsbedürfnisse nicht irgendwie abgegrenzter Kreise, sondern der Gesamtheit entgegenkommt, und damit dem großen Grundsatz gerecht wird, daß es mit der zunftmäßigen Einengung gelehrter Studien nicht mehr getan ist, sondern daß darüber hinaus jedermann ein Anrecht auf die seinen Interessen und seiner Vorbereitung entsprechende Kenntnisnahme der erzielten Fortschritte hat."

Digitized by Google

In diesen Ausführungen tritt ganz besonders der lebendige Wirklichkeitssinn zutage, mit welchem Klein die mathematisch-naturwissenschaftlichen und die technischen Probleme, sich gegenseitig durchdringend und fördernd, in Eins zusammengefaßt wissen wollte. Freilich darf es dabei bei bloßem Staunen und Bewundern nicht verbleiben, das den Laien wie den Fachmann ergreift, wenn er bei flüchtiger Durchwanderung die Fülle und Vielheit der Gesichte auf sich wirken läßt. Wie ein an solche erste Wanderung anknüpfendes genaueres Studium erleichtert werden kann durch stufenweise Anordnung des Stoffes im einzelnen, durch klare konkrete Erläuterungen, durch Übersichten und Tabellen, durch bewegliche Modelle, durch Gliederung und Schematisierung verwickelter Prozesse — diese wichtige, das Verständnis vorbereitende Aufgabe, hat allenthalben im Museum sorgsamste Beachtung und treffliche, jedem Einzelfall wohl angepaßte Lösungen gefunden. Die positive Antwort aber auf die Frage „Verstehst Du auch, was Du siehst", erfordert noch harte Arbeit, die nicht erspart werden kann und darf. Durch sie erst entwickeln sich bei der lernbegierigen Jugend die intellektuellen Fähigkeiten, stählt sich Wille und Charakter. Klein hat in seinen lebensprühenden „Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im neunzehnten Jahrhundert", dem letzten Werke seines Lebens, von der Aufgabe der Naturwissenschaften gesagt: „Nicht Natur erklären — was sie letzten Grundes nie kann — sondern Natur beherrschen ist — gegenüber allen übernatürlichen Zwecken, die man in der Natur aufzufinden oder zur Erklärung der Erscheinungen heranzuziehen sich bemühen mag — Naturbeherrschen ist ihre eigentliche Aufgabe."

„Es darf nie vergessen werden, daß es eine schaffende Technik gibt, welche die Ansätze der theoretischen Wissenschaften in die Tat umsetzt."

Gerade dieses aber verkünden eindringlich die Schätze, die Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik, die das Deutsche Museum in sich faßt. So erwächst aus ihnen dem Lernenden, woher immer er zum Studium des Museums kommen mag, eine innere, ich möchte sagen, naive Freude an dem Geschauten, ein Gefühl des Glücks über die Möglichkeit, tiefer einzudringen in die Gedankenwelt, die sich vor ihm auftut, und der stille oder laute Wunsch, zu eigenem Weiterführen des Geschauten und zu eigenem Schaffen.

Gehen wir hier noch einen Schritt weiter, so wird man in dem Bestreben, das Museum allseitig nutzbar zu machen, einen Ausbau wünschen müssen, der es ermöglicht, Vorträge und Demonstrationen über einzelne Teile des Museums abzuhalten, jeweils nur bestimmt für Sondergruppen von Besuchern, die durch Beruf oder Neigung ein einzelnes Gebiet eingehend behandelt sehen wollen und die dazu schon spezielle Kenntnisse mitbringen. Hierbei wird es sich im allgemeinen nicht um die im Museum eingerichteten regelmäßigen Führungen handeln, die kaum eine homo-

Digitized by Google

gene Vorbildung der Teilnehmer voraussetzen können. Vielmehr werden in jedem Einzelfalle die Veranstalter und Führer solcher Vereinigungen auch die Lehrenden sein. Für den Besuch von Schülerklassen im besonderen wird der Klassenlehrer selbst den Unterricht im engsten Anschluß an den regelmäßigen Schulunterricht erteilen — ein Verfahren, welches sich keineswegs auf die Münchener Schulen allein beschränken müßte, sondern auch für andere Schulen bei Gelegenheit von Ferien- und Studienreisen eingerichtet werden kann. Auch an systematisch geordnete Ferienkurse über wohlbegrenzte Themata ließe sich denken, zu denen auch Lehrkräfte des Museums herangezogen werden könnten.

Für das Museum selbst erwächst bei solchen Veranstaltungen vor anderem die Aufgabe, geeignete Unterrichtsräume bereitzustellen und die Möglichkeit zu bieten, dort Experimente und Demonstrationen an einzelnen Objekten des Museums vorzunehmen.

Modell des Bibliothekbaues

Ich komme nunmehr in der flüchtigen Skizze, die ich Ihnen in einer kurzen Stunde über Ziel und Wege des Deutschen Museums geben konnte, noch zur Besprechung der einen umfassenden Aufgabe, die für die nächsten Jahre vor uns liegt, der Schaffung einer großen Bibliothek der mathematisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen und der gesamten Technik. Von ihr wird morgen Generaldirektor Schnorr von Carolsfeld als der bewährte Fachmann sprechen und weiter wird davon bei der Grundsteinlegung zum Studienbau im kommenden Herbst zu handeln sein. Ich darf mich also auf einige ganz kurze Bemerkungen beschränken, mit denen ich im besonderen auch den Stimmen entgegentreten möchte, die sich gelegentlich gegen die Errichtung einer solchen Bibliothek erhoben haben.

Die Frage, ob eine der großen deutschen Bibliotheken, ich denke vor allem an Berlin und München, den Anforderungen, welche die Naturwissenschaften und die Technik stellen müssen, im Rahmen ihrer Gesamt-

Digitized by Google

aufgabe gerecht zu werden vermag, muß mit nein beantwortet werden. Von den Klassikern des 17. und 18. Jahrhunderts abgesehen, ist die naturwissenschaftliche und technische Literatur erst im 19. Jahrhundert entstanden, gewachsen und zu einem ungeheuren Strom geworden. Tradition und Interesse der allgemeinen Bibliotheken waren in Deutschland, wenn man von Göttingen absieht, wesentlich den Geisteswissenschaften zugewandt; neue Mittel, die ein allseitiges Aufgreifen so umfangreicher Gebiete wie die der Naturwissenschaften und der Technik ermöglicht hätten, waren gegenüber der Hochflut ihrer literarischen Produkte nur in bescheidenem Maße zu beschaffen. So entstand allenthalben eine immer breiter werdende Lücke, die auch die Bibliotheken der neu gegründeten Technischen Hochschulen, zumal diese ebenso wie die der Universitäten nur einem engeren Kreise dienen können, nicht zu ersetzen vermögen. Nur zwei Zahlen, um das Verhältnis zu beleuchten, seien eingeschaltet: die Münchener Staatsbibliothek hält im ganzen 8000 Zeitschriften aus allen von ihr vertretenen Gebieten. Dagegen ist die Gesamtzahl allein der naturwissenschaftlichen und technischen Fachzeitschriften 25 000! Fände sich heute ein Fanatiker, der die allzu vielen verbrennt? und wenn ja, würde er die richtige Auswahl treffen können? und nicht bloß allein nach dem Urteil der Gegenwart, sondern auch nach den bleibenden Werten und nach solchen, die erst die Zukunft würdigt?

So ist es eine durchaus neue Aufgabe, die jetzt vorliegt, von ungeheurem Ausmaß, in Deutschland nirgends noch, im Ausland — vom Britischen Museum abgesehen — kaum noch in Angriff genommen, geschweige denn gelöst. Die Vorbedingungen aber für ihre Durchführung sind h i e r und gerade hier gegeben: Hier ersteht die Bücherei als Glied des Deutschen Museums, im engsten Anschluß an seine Sammlungen, an seine Tendenz und seine Ziele und nicht zuletzt an die werbende Kraft seines Schöpfers.

Hier steht sie in nächster Verbindung und Wechselwirkung mit der zweitgrößten Bibliothek in Deutschland, empfängt von ihr Geist und Sinn und Würde Jahrtausende alter, durch Jahrhunderte hindurch gepflegter Wissenschaft und Kunst, die immer neu, unmittelbar und unerschöpflich auf uns wirkt — und sie gibt ihr als Gegengabe die Kraft, den Mut, die Jugendfrische der Eroberer neuen Landes, dessen Besitzergreifung harte Arbeit gefordert hat und fordert, dessen Bestellung neue Wege der Kultur und Wohlfahrt uns erschließt.

Ich will von der Organisation der nötigen Institute im einzelnen nicht sprechen, nur noch hervorheben, wie sich an die Bücherei Archiv und Plansammlung, Studien- und Arbeitsräume schließen, wie endlich diesen Studienräumen Vortrags- und Versammlungsräume angegliedert werden sollen — Absichten, die nach ihrer Bedeutung mehrfach schon in diesem Kreise besprochen worden sind und die den Entwürfen für die neuen Bauten zugrunde liegen.

Digitized by Google

Dann erst, wenn dieser Ausbau vollendet ist, wird das Deutsche Museum der Aufgabe, die es sich bei seiner Gründung gestellt hat, voll gerecht werden können. Harnack hat diese Mission als eine dreifache gekennzeichnet, indem er sagt: Das Deutsche Museum sei ein Haus der äußeren und der inneren Sammlung, ein Haus des Studiums und ein Haus der Erhebung und Erbauung.

In dieser dreifachen Aufgabe sind alle Glieder des Museums zusammengeschlossen zu gemeinsamer Arbeit. Sie gilt, wie alle unsere Sinne und Gedanken dem deutschen Volk und ist vom ganzen deutschen Volk getragen.

Digitized by Google

Angaben über die Entstehung und Entwicklung des Deutschen Museums[1])

Am 1. Mai 1903 richtete Oskar von Miller als Vorsitzender des Bayerischen Bezirksvereins deutscher Ingenieure an eine kleine Zahl hervorragender Vertreter der Staatlichen und Städtischen Behörden und maßgebender Männer der Wissenschaft und Technik ein Rundschreiben, in dem er zu einer am 5. Mai im Sitzungssaal des Staatlichen Ministeriums des Innern stattfindenden Besprechung einlud. Hier legte er ihnen den Plan vor, ein Museum zu gründen, in dem „die historische Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschung, der Technik und Industrie in ihrer Wechselwirkung dargestellt und das Andenken an die hervorragendsten Förderer der technischen Wissenschaften der Nachwelt dauernd erhalten werden sollten". Der bereits in voller Reife durchdachte Plan fand bei allen Anwesenden lebhafte Zustimmung, und man beschloß, die Begründung des Museums anläßlich der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure, die in jenem Jahr in München stattfinden sollte, zu betätigen.

Um die erforderliche reale Grundlage zu gewinnen, erbat sich Oskar von Miller von der Bayerischen Staatsregierung die provisorische Überlassung des Gebäudes, aus dem soeben das Nationalmuseum in sein neues Heim übergesiedelt war. Sie wurde zugesagt, unter der Bedingung, daß eine Summe von mindestens 300 000 RM vorher aufgebracht werden müsse, eine Bedingung, die in der kurzen Zeit bis zur Hauptversammlung dem aus Oskar von Miller, Walther von Dyck, dem damaligen Rektor der Technischen Hochschule, und Carl von Linde bestehenden Komitee zuerst kaum erfüllbar erschien. Linde ging aber zu dem Lokomotivbauer Georg Krauß und schlug ihm vor, mit einer Stiftung von 100 000 RM den Grundstein zu legen. Beglückt durch die sofortige Annahme dieses Vorschlages konnte er seinen beiden Kollegen die Mitteilung machen, daß die Hälfte der geforderten Summe erreicht sei, da er die Kraußsche Stiftung durch eine solche der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen und durch eine persönliche soweit ergänzen konnte. Es gelang dann innerhalb weniger Wochen, auch die andere Hälfte der geforderten Summe in München aufzubringen. Bei der feierlichen,

[1]) Weitere Angaben über die Geschichte des Deutschen Museums s. Anlage 1: Literaturübersicht.

Digitized by Google

unter dem Vorsitz des Prinzen Ludwig von Bayern am 28. Juni 1903 stattfindenden Gründungsversammlung sicherten Vertreter der Staatsregierung, der Stadt München und der größten wissenschaftlichen und technischen Vereinigungen Deutschlands so weitgehende Mitwirkung zu, daß dadurch sofort die großzügige Durchführung des Planes gewährleistet wurde. Der vorgelegte und einstimmig angenommene Satzungsentwurf bestellte neben Ehrenvorsitzenden aus der Zahl der sachlich beteiligten Staatsminister als Organe des Museums 1. einen dreigliedrigen Vorstand zu wissenschaftlicher, technischer und wirtschaftlicher Leitung des Museums, 2. einen teils aus Delegierten der Regierungen und wissenschaftlicher und technischer Körperschaften, teils aus (vom Ausschuß) gewählten Mitgliedern bestehenden Vorstandsrat mit je drei Vorsitzenden[2]) und Schriftführern und 3. einen vom Vorstandsrat gewählten Ausschuß. Als Vorstandsmitglieder wurden gewählt Dr. O. von Miller, Dr. W. von Dyck und Dr. C. von Linde, und ihre Wiederwahl erfolgte Jahr für Jahr, bis Geheimrat von Linde 1921, im 80. Lebensjahr stehend, zurücktrat und dafür Dr. G. Kerschensteiner in den Vorstand gewählt wurde. Vorstandsrat und Ausschuß versammelten sich alljährlich im Herbst zu einer Tagung. In der Sitzung des Vorstandsrates wurden die wichtigsten Angelegenheiten beraten und teils zu Beschlüssen geführt, teils als Anträge für den Ausschuß vorbereitet. In den feierlichen Ausschußsitzungen dagegen wurde über die Fortschritte und Erfolge in der Ausgestaltung des Museums und über die weiteren Bedürfnisse und Wünsche berichtet, sowie über die Aufstellung von Denkmälern und die Ausgaben des Museums entschieden. Als weitere Veranstaltungen finden bei diesen Tagungen Vorträge statt, zu deren Abhaltungen führende Männer gewonnen wurden[3]).

Im Dezember 1903 wurde dem Museum die Eigenschaft einer Anstalt des öffentlichen Rechts verliehen, im Herbste 1905 erhielt es den Namen „Deutsches Museum", während seine Bezeichnung als ein „Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik" in die Satzung als seine Zweckbestimmung aufgenommen wurde. Bei der ersten Tagung 1904 berichtete O. von Miller über das ausgearbeitete Programm für die Organisation und Ausgestaltung der Sammlung. Hiernach war „das große Arbeitsgebiet in 36 technisch-wissenschaftliche Gruppen geteilt und in den einzelnen Gruppen Unterabteilungen vorgesehen". An die Sammlung sollte sich eine Bibliothek anschließen, „welche als eine Zentralstelle für die gesamte naturwissenschaftlich-technische Literatur diejenigen Werke aufzunehmen bestimmt ist, die für Forscher, Studierende, Industrielle, Gewerbetreibende und Arbeiter von Bedeutung sind".

---

[2]) s. Anlage 2: Verzeichnis der Vorsitzenden.

[3]) s. Anlage 3: Verzeichnis der Vorträge und Redner bei den Tagungen des Deutschen Museums.

Digitized by Google

Im Herbst 1905 konnten die Mitglieder des Vorstandsrates und des Ausschusses durch die im Alten Nationalmuseum in Einrichtung befindliche Sammlung geführt werden, die durch ihren Umfang und ihren Wert überall freudige Überraschungen auslöste. Schon erwiesen sich die Räume als unzureichend, so daß für eine Erweiterung ein Teil der früheren Reiterkaserne erbeten und zur Verfügung gestellt wurde.

Auch mußte nun ernstlich an den Neubau auf der von der Stadt München als Bauplatz zur Verfügung gestellten Isarinsel gedacht werden, und Oskar von Miller legte einen von Gabriel von Seidl ausgearbeiteten Vorentwurf vor. Zur Gewinnung weiterer und endgültiger Baupläne wurde ein öffentlicher Wettbewerb unter den deutschen Architekten ausgeschrieben. Am 22. Oktober 1906 trat das hierfür bestellte Preisgericht zusammen und sprach dem Entwurf von Gabriel von Seidl den ersten Preis zu. Am 13. November desselben Jahres fand die feierliche Grundsteinlegung durch den Deutschen Kaiser und den Prinzregenten in Gegenwart der Kaiserin, des Prinzen Ludwig und der Prinzen und Prinzessinnen des Kgl. Hauses statt. Am 21. November wurden die Sammlungen im Alten Nationalmuseum der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, und in den folgenden 12 Monaten von 200 000 Personen besucht.

Im Jahre 1911 konnte im Neubau das Richtfest gefeiert werden.

In dem Bestreben, die Möglichkeit eingehenden Studiums des Museums möglichst weiten Kreisen zu erschließen, machte Oskar von Miller Vorschläge zur Errichtung einer Reisestiftung. Binnen kurzer Zeit war eine große Zahl von Stiftungen angemeldet; sie haben alljährlich Hunderten von auswärtigen Studierenden, Lehrlingen und Arbeitern den Museumsbesuch ermöglicht.

Am 27. April 1913 verschied der bauleitende Architekt Gabriel von Seidl und an seine Stelle war sein Bruder, Emanuel von Seidl, berufen, der ihm jedoch schon im Jahre 1919 in den Tod folgte.

Der Kriegsbeginn im Jahre 1914 brachte die Vorbereitung für den Umzug der Sammlungen in den Neubau sowie die Bauarbeiten größtenteils zum Stillstand, da Baumaterialien nicht mehr zu beschaffen waren, und ein erheblicher Teil der Beamten und Angestellten sowie der Bauarbeiter zum Kriegsdienst eingezogen wurden.

Stellten so die Kriegsjahre an die bewährte Kraft und Ausdauer der Museumsleitung hohe Anforderungen, so erhöhten sich diese nach dem unglücklichen Abschluß des Krieges und infolge der Wirkungen des inneren Umsturzes. „Da bestand nicht mehr die Frage: wann wird das Museum fertig, sondern die Frage lautete, wird das Museum überhaupt fertig?“ Um den Zusammenbruch zu vermeiden, wurde eine Zeitlang langsam weitergebaut, um nur den vollen Stillstand, die Aufgabe des Büros, zu verhindern. Aber es gelang, bei den maßgebenden

Digitized by Google

Stellen den Willen zur Vollendung des Neubaues neu zu beleben und die hierzu erforderlichen Mittel zu erhalten. In den Jahren 1922 und 1923 brachte die fortschreitende Geldentwertung erneute Schwierigkeiten. Wiederholt war die Museumsleitung geradezu in eine verzweifelte Lage versetzt, und es erforderte Mut und Zuversicht, um den Bau vor völliger Stillegung zu bewahren. Solches Maß von Mut und Zuversicht vermochte Oskar von Miller lebendig zu erhalten, daß unentwegt der Bau seiner Vollendung entgegengeführt, die Aufstellung der Sammlungsgegenstände vorbereitet und deren Überführung aus dem Alten Nationalmuseum begonnen wurde. So konnte am 20. Oktober 1923, in einer Zeit größter wirtschaftlicher Erschütterungen, der Beschluß gefaßt werden, das Museum am 7. Mai 1925, dem 70. Geburtstag seines Begründers, zu eröffnen.

Und es gelang, diesen Beschluß zu verwirklichen. Freilich auf den Studienbau mit der Bibliothek, den Lese- und Vortragssälen, mußte man zunächst noch verzichten. Aber der Ausstellungsbau war fertig und konnte in Anwesenheit einer nach vielen Hunderten zählenden Versammlung von Vertretern staatlicher und städtischer Behörden, technischer Vereine und Verbände, von führenden Männern der Wissenschaft und Industrie, nicht nur aus ganz Deutschland, sondern auch aus dem Auslande, eröffnet werden. Sechzehn Kilometer lang ist der Weg, der den Besucher über 36 000 qm nutzbare Fläche und durch 276 000 cbm umbauten Raum des Ausstellungsbaues führt. Die prunkvollsten Räume des ganzen Museums sind der Ehren- und der Bildersaal, welche der Ehrung der großen deutschen Forscher und Erfinder auf dem Gebiet der Naturwissenschaft und Technik gewidmet sind und sich schon durch ihre künstlerische Ausschmückung aus dem Rahmen der übrigen Räume herausheben [4]).

Die Eröffnung bedeutet wohl einen Höhepunkt in der Entwicklung des Museums aber keineswegs einen Abschluß. Zunächst galt es, die noch unvollständigen Räume des Ausstellungsgebäudes fertigzustellen. Am 7. Mai 1928, dem 25. Jahrestage des Museums, wurde mit Eröffnung der Abteilungen Bauwesen, Beleuchtung, Heizung und Kühlung, Wasserversorgung, Gastechnik und Elektrotechnik im zweiten Stock, die innere Ausgestaltung des gesamten Ausstellungsbaues vollendet.

Am gleichen Tage aber, an dem diese Aufgabe gelöst war, wurde eine neue Arbeit in Angriff genommen: Die Errichtung des Studienbaues. Schon in dem ersten Museumsbericht vor 25 Jahren war dieser Bau als eine wichtige und unerläßliche Ergänzung des Sammlungsgebäudes vorgesehen. In ihm sollen die Vortragsäle untergebracht werden, welche die Möglichkeit bieten, die reichen Schätze des Museums in zahlreichen Vorträgen für Studierende, bei Kongressen usw. auszuwerten.

[4]) s. Anlage 4 Der Ehrensaal des Deutschen Museums Vorraum, Ehrensaal, Bildersaal

Digitized by Google

Die Bedeutsamkeit dieser Vorträge soll erhöht werden durch die Verwendung von Lichtbildern und technisch-wissenschaftlichen Filmaufnahmen, für deren Sammlung große Räume im Studienbau vorgesehen sind. Eine Hauptaufgabe dieses Gebäudes besteht in der Ausgestaltung einer umfangreichen Bibliothek, die als eine Zentralstelle der gesamten technisch-naturwissenschaftlichen Literatur gedacht ist, und die sowohl den Gelehrten und Studenten, als auch den praktisch tätigen Ingenieuren, Industriellen, Gewerbetreibenden und Arbeitern zur Verfügung stehen soll. Zu dem Ausbau einer solchen Bibliothek, deren Grundstock z. Zt. provisorisch in der Isarkaserne der Benutzung zugänglich gemacht wird, ist das Deutsche Museum besonders berufen, weil es durch seine Beziehungen zu allen Ländern am ehesten die technischen Zeitschriften und Bücher der ganzen Welt sammeln kann. Ein großer Teil des Studienbaues ist für Aufnahme einer Plansammlung bestimmt, die ein besonders wichtiges Hilfsmittel für Physiker, Ingenieure und Gewerbetreibende bilden wird. Im Anschluß an Bücher- und Plansammlung soll die Bibliothek des Deutschen Museums eine Urkundensammlung, eine Bildnissammlung und eine Sammlung von Denkmünzen sowie ein Phonogrammarchiv enthalten.

Seit der Eröffnung der Sammlungen wurde dieser Studienbau immer sehr vermißt, und vor allem die Männer, denen die Erziehung und Bildung des Volkes anvertraut ist, haben immer wieder auf die Wichtigkeit des Studiengebäudes hingewiesen. Es hatten deshalb auf der Jahresversammlung 1926 die Vertreter des Reiches und Bayerns erklärt, daß sie die Errichtung des Studienbaues in jeder Weise fördern würden; die Stadt München hatte durch ihren Oberbürgermeister Mittel für den Bau zugesagt, und maßgebende Vertreter der deutschen Industrie hatten durch namhafte Stiftungen von Barmitteln und Baumaterialien bekundet, wie sehr auch sie von der Bedeutung des geplanten Studienbaues überzeugt seien. So konnte zur Erlangung von Vorentwürfen 1927 ein Preisausschreiben erlassen werden, an dem sich 131 deutsche Architekten beteiligten. Aus dem Kreise der Preisträger wurde Geheimrat Bestelmeyer mit der Ausführung der endgültigen Pläne und mit der Bauleitung betraut. Nach seinem Entwurf soll der Studienbau mit dem Sammlungsbau durch zwei Flügelbauten verbunden werden, wodurch ein geschlossener Hof vor dem Museumseingang entsteht, durch den der Verkehr über die Ehrhardtbrücken geleitet wird. Der Studienbau besteht aus dem eigentlichen Bibliothekbau und dem Saalbau. Der Bibliothekbau, dessen Längsachse in der Flußrichtung liegt, gruppiert sich um zwei rechteckige Höfe. Der Saalbau steht mit dem Bibliotheksbau durch zwei niedrige Zwischenbauten in Verbindung. Der Bibliothekbau ist fünfgeschössig. Er enthält im Kellergeschoß Garagen und Lagerräume. Im Sockelgeschoß sind die Büroräume sowie Sitzungszimmer, Laboratorien und Werkstätten untergebracht. Im ersten und zweiten Lesegeschoß befinden sich die Katalogräume, Bücher- und Planausgaben, sowie die Lese- und

Digitized by Google

Zeichensäle mit besonderen Abteilungen für Zeitschriften, Patentschriften usw. Im obersten Stock ist der Bücherspeicher, ausreichend für 1 000 000 Bücher und Zeitschriften, sowie 100 000 Pläne. Der Saalbau enthält im Erdgeschoß die Kassen- und Garderobenräume und zwei Hörsäle für etwa 100 bzw. 200 Personen. Über dem Erdgeschoß befindet sich in der ganzen Ausdehnung des Baues der Vortrag- und Versammlungssaal, der im Saal etwa 1000 und auf den umlaufenden Galerien rund 500 Sitzplätze faßt.

Unmittelbar nach der Jahresversammlung begann man mit den Vorarbeiten, so daß am 4. September 1928 die feierliche Grundsteinlegung für das Studiengebäude stattfinden konnte. An der Spitze der Versammlung, die sich zu diesem feierlichen Akt zusammenfand, stand Reichspräsident von Hindenburg. Von ihm und den bedeutendsten Vertretern aus allen Kreisen des deutschen Volkes wurde mit den Hammerschlägen bei der Grundsteinlegung in Weihesprüchen Zweck und Ziel des Werkes umrissen. Oskar von Miller wies namens des Deutschen Museums darauf hin, daß diese Hammerschläge ein Gelöbnis zu freudiger Mitarbeit und opferwilliger Förderung dieses echten deutschen Baues seien, der geschaffen werden soll von allen deutschen Stämmen zu Nutz und Ehre unseres Vaterlandes. Fr. Haßler.

Digitized by Google

Literaturübersicht

1. „Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele."
   Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure, unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Wissenschaften, bearbeitet von Conrad Matschoß. Berlin und München: VDI-Verlag G. m. b. H. und R. Oldenbourg, 1925.

2. „Chronik des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik." Gründung, Grundsteinlegung und Eröffnung 1903 bis 1925.
   München: Selbstverlag des Deutschen Museums, 1927.

3. „Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik." Amtlicher Führer durch die Sammlungen.
   München: Knorr & Hirth, G. m. b. H., Zweite, vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage mit 150 Abbildungen und 7 Plänen.

4. „Rundgang durch das Deutsche Museum". Amtliche Ausgabe mit 46 Abbildungen, sämtlichen Plänen und Führungslinien.
   München: Münchener Druck- und Verlagshaus G. m. b. H. Zweite Auflage. 1928.

5. „Deutsches Museum, München, Pläne der Sammlungen"
   München: Selbstverlag des Deutschen Museums, 1928.

6. Dyck, Walther von: Über die Errichtung eines Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. Festrede zur Übernahme des ersten Wahlrektorates bei der Jahresfeier der Technischen Hochschule zu München, gehalten am 12. Dezember 1903. Leipzig und Berlin: Teubner 1905.

7. „Verwaltungsberichte über das 1. bis 24. Geschäftsjahr des Deutschen Museums."
   München: Selbstverlag 1903 bis 1928.

Digitized by Google

Anlage 2

Die 1. Vorsitzenden des Vorstandsrates des Deutschen Museums

Geh. Reg.-Rat Dr. Wilhelm von Siemens, Berlin	von	1903	bis	1904
Geh. Baurat Dr. Anton Ritter v. Rieppel, Nürnberg	„	1903	„	1905
Geh. Rat Prof. Dr. Wilhelm Conrad Röntgen, München	„	1903	„	1906
Geh. Baurat Dr. Emil Ehrensberger, Essen	„	1905	„	1907
Dr. Wilhelm von Oechelhaeuser, Dessau	„	1906	„	1908
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Adolf Slaby, Berlin	„	1907	„	1909
Geh. Kommerzienrat Heinrich Lueg, Düsseldorf	„	1908	„	1910
Ferdinand Graf von Zeppelin, Friedrichshafen	„	1909	„	1911
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Felix Klein, Göttingen	„	1910	„	1912
Dr.-Ing. Hermann Blohm, Hamburg	„	1911	„	1913
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Carl Duisburg, Leverkusen	„	1912	„	1916
Geh. Rat Prof. C. Theodor Ritter von Heigel, München	„	1913	„	1915
Dr. Gustav Krupp v. Bohlen und Halbach, Essen	„	1914	„	1921
Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. Emil Fischer, Berlin	„	1915	„	1917
Wirkl. Geh. Rat Prof. Dr. Adolf von Harnack, Berlin	„	1917	„	1923
Geh. Rat Prof. Dr. Wilhelm Wien, München	„	1918	„	1925
Kommerzienrat Dr. Paul Reusch, Oberhausen	„	1922	„	1926
Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Max Planck, Berlin	„	1924	„	1927
Dr. Carl Friedrich von Siemens, Berlin-Siemensstadt	seit	1925		
Geh. Rat Prof. Dr. German Bestelmeyer, München	von	1926	„	1928
Generaldirektor Dr. Albert Vögler, Dortmund	seit	1927		
Reichsbankpräsident Dr. Hjalmar Schacht, Berlin	„	1928		

Digitized by Google

Vorträge und Vortragende

1905 J. H. van't Hoff: Das Teyler-Museum in Haarlem und die Bedeutung historischer Sammlungen für Naturwissenschaft und Technik."

1906 A. Slaby: „Otto von Guericke."

1907 C. von Linde: „Die Schätze der Atmosphäre."

1908 F. Klein: „Beziehungen zwischen Wissenschaft und Technik."

1909 W. von Oechelhaeuser: „Ein Blick auf die Entwicklung der Gastechnik."

1910 W. F. Exner: „Internationale Gemeinschaftsarbeit auf technischen Gebieten."

1911 C. Duisberg: „Die Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie."

1912 C. Busley: „Die neuesten Errungenschaften auf dem Gebiet des Kriegs- und Handelsschiffbaues." (Nicht veröffentlicht).

1913 W. Nernst: „Die Bedeutung des Stickstoffes für das Leben."

1915 C. Duisberg: „Die Leistungen der chemischen Großindustrie während des Krieges."

1915 C. Matschoß: „Die Technik im Kriege einst und jetzt."

1915 E. Fischer: „Die naturwissenschaftlichen Kaiser-Wilhelm-Institute und der Zusammenhang von Chemie und Biologie."

1917 A. von Harnack: „Die Sicherheit und die Grenzen geschichtlicher Erkenntnis."

1917 W. F. Exner: „Denkmalspolitik vom Standpunkt der angewandten Naturwissenschaft und Technik."

1921 A. von Harnack: „Über Goethes Naturanschauung."

1923 G. von Tschudi: „Luftverkehr."

1926 J. Zenneck: „Josef von Fraunhofer."

1927 A. Schwemann: „Die Entwicklung des Deutschen Bergbaues."

1928 W. von Dyck: „Aufgaben und Ziele des Deutschen Museums."

Digitized by Google

Anlage 4

Der Ehrensaal des Deutschen Museums

(Vorraum, Ehrensaal und Bildersaal)

Georg Agricola (1494 bis 1555)

Rundrelief in Terracotta, gestiftet von der Bergakademie Freiberg.

„Georg Agricola, hervorragend als Naturforscher und Arzt, wurde zum Künder der großen Leistungen der deutschen Technik, zum hervorragenden Forscher und Darsteller des mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesens."

Martin Behaim (1459 bis 1506)

Rundrelief in Terracotta, gestiftet von der Stadt Nürnberg.

„Der um Geographie und Nautik hochverdiente Freund des Columbus."

August Borsig (1804 bis 1854)

Marmorrelief, gestiftet vom Deutschen Lokomotivbau.

„Unter kraftvoller Zusammenfassung noch unentwickelter vaterländischer Kräfte und Hilfsmittel gelang ihm der Bau des Dampfwagens in einer Vollendung, welche dem jungen deutschen Maschinenbau zu siegreichem Wettlauf Vorbild und Ansporn wurde."

Robert Bunsen (1811 bis 1899)

Gemälde, gestiftet von Sr. Kgl. Hoheit Großherzog Friedrich von Baden.

„Ein Meister im Ersinnen experimenteller Methoden und deren Anwendung auf wissenschaftliche und technische Probleme der Physik und Chemie; im Bunde mit Kirchhoff der Begründer der Spektralanalyse, durch welche die chemische Beschaffenheit der Himmelskörper dem Auge sich erschließt."

Rudolf Clausius (1822 bis 1888)

Kopfbüste, gestiftet von der Deutschen physikalischen Gesellschaft.

„Er hat aus den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre die mechanische Wärmetheorie entwickelt und mit ihr die Grundlage für die Anwendung der Wärmelehre auf wissenschaftliche und technische Fragen geschaffen. Mit der Aufstellung der kinetischen Theorie der Gase hat er der Physik eine neue Bahn geöffnet."

Nicolaus Copernicus (1473 bis 1543)

Gemälde, gestiftet von dem Domkapitel des Domes Frauenburg.

Joseph von Fraunhofer (1787 bis 1826)

Gemälde, gestiftet von Sr. Kgl. Hoheit Prinzregent Luitpold von Bayern.

„Seinem Auge haben sich neue Gesetze vom Licht erschlossen, näher gerückt sind uns die Sterne durch die Meisterwerke seiner Hand."

Digitized by Google

Friedrich II., der Große, König von Preußen (1712 bis 1786)

Gemälde, gestiftet von dem Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes, Berlin.

„Ebenso bewunderungswürdig in nie ermattender Friedensarbeit wie in unbesieglicher Heldenhaftigkeit. Weite Ödstrecken wurden von ihm in fruchtbares und besiedeltes Gebiet verwandelt. Das Textilgewerbe, Berg- und Hüttenwesen, die Porzellanmanufaktur und viele andere Zweige der nationalen Industrie belebte seine Tatkraft. Schule und Recht, die Grundlagen des geistigen und wirtschaftlichen Lebens hat er gehoben."

Karl Friedrich Gauß (1777 bis 1855)

Gemälde, gestiftet von Sr. Kgl. Hoheit Prinzregent Luitpold von Bayern.

„Sein Geist drang in die tiefsten Geheimnisse der Zahl, des Raumes und der Natur; er maß den Lauf der Gestirne, die Gestalt und die Kräfte der Erde; die Entwicklung der mathematischen Wissenschaften eines kommenden Jahrhunderts trug er in sich."

Hans Gensfleisch gen. **Gutenberg** (um 1400 bis 1468)

Herme, gestiftet von den Graphischen Vereinigungen Deutschlands.

„Er gab der Welt, durch Erfindung der beweglichen Gußlettern die Buchdruckerkunst, die mächtigste Verbreiterin und Erhalterin geistiger Arbeit."

Johann Wolfgang von Goethe (1749 bis 1832)

Marmormonument, gestiftet von seiner Vaterstadt Frankfurt a. M.

„Goethe hat uns gelehrt, die Schöpfungen des Menschengeistes als Bildungselemente in uns aufzunehmen."

Otto von Guericke (1602 bis 1686)

„Der deutsche Begründer der experimentellen Wissenschaften. Luftpumpe und Elektrisiermaschine haben seinen Namen berühmt gemacht. Mit ihnen hat er weite Gebiete physikalischer Erkenntnisse erschlossen, wesentliche Grundlagen der Maschinentechnik geschaffen."

Friedrich Wilhelm Harkort (1793 bis 1880)

Kopfbüste, gestiftet von der Rheinisch-Westfälischen Industrie.

„In begeisterndem Glauben an Deutschlands industrielle Zukunft wurde er zum großen Erzieher des Volkes zur Technik, der unermüdlich ohne Rücksicht auf persönliche Vorteile neue Maschinen und Arbeitsverfahren verbreitete und in Wort und Schrift für den technischen Fortschritt auf allen Gebieten sich einsetzte."

Hermann von Helmholtz (1821 bis 1894)

Herme.

„Er faßte in strengem Ausdruck das Gesetz der Wechselwirkung aller Kräfte der Natur; Licht und Tonempfindung erforschte er als Arzt, als Physiologe als Physiker und Künstler. Mit dem Blick des Mathematikers und Philosophen drang sein universeller Geist zu den Grundlagen menschlicher Erkenntnis."

Heinrich Hertz (1857 bis 1894)

Herme, gestiftet von der Hamburgischen wissenschaftlichen Stiftung.

„Mit seinen „Strahlen elektrischer Kraft" hat er die elektromagnetische Natur des Lichtes erwiesen und den Weg zur drahtlosen Telegraphie gebahnt."

Digitized by Google

Alexander von Humboldt (1769 bis 1859)

Gemälde, gestiftet von der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin.

„Durch seine weltumspannenden Reisen und Forschungen weitete er den Blick der Menschen; durch neue naturwissenschaftliche Methoden schuf er die Möglichkeit, Länder und Meere der verschiedenen Erdzonen exakt zu vergleichen, zu verstehen und zu nutzen."

Johannes Kepler (1571 bis 1630)

Gemälde, gestiftet von Sr. Majestät König Wilhelm II. von Württemberg.

„Phantasie und genialer Blick, Kraft und Ausdauer der Rechnung haben ihm die Gesetze der Planetenbewegung erschlossen."

Gustav Kirchhoff (1824 bis 1887)

Gemälde, gestiftet vom Verband deutscher Elektrotechniker.

„Er entdeckte das Hauptgesetz der Wärmestrahlung und gründete darauf die Methode der Spektralanalyse. Ihm verdanken wir die „Kirchhoff'schen Gesetze" über die Verteilung elektrischer Ströme in einem System linearer Leiter."

Alfred Krupp (1812 bis 1887)

Marmorrelief, gestiftet vom Verein deutscher Ingenieure.

„Er hat mit eiserner Ausdauer, flammender Kühnheit und gestaltender Geisteskraft aus der Hütte des Kleinschmiedes heraus die Stahlindustrie zu ihren höchsten Leistungen geführt zu Deutschlands Ehr und Wehr."

Eugen Langen (1833 bis 1895) **und Nicolaus August Otto** (1832 bis 1891)

Doppelrelief in Terracotta, gestiftet von der Stadt Köln.

„Dem großen Erfinder und dem hervorragenden Ingenieur verdankt die Welt die ersten ausschlaggebenden Fortschritte auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen. In gemeinsamer Arbeit wurden von ihnen die Grundlagen gelegt zu der gewaltigen industriellen Anwendung der Explosionskraftmaschinen, die uns zum Automobil und Flugzeug führten."

Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 bis 1716)

„Der universellste und vielseitigste Gelehrte der deutschen Nation, der Schöpfer der Analysis des Unendlichen, bahnbrechend auf vielen Gebieten der Naturkunde und der Volkswirtschaft, verdienstvoll als Staatsmann und Historiker, Philosoph und Poet, unermüdlich tätig für die Organisation wissenschaftlicher Arbeit, für die Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse."

Justus von Liebig (1803 bis 1873)

Gemälde, gestiftet von Sr. Kgl. Hoheit Großherzog Ernst Ludwig von Hessen.

„Bahnbrechend und neugestaltend auf dem Gebiete der organischen Chemie und ihrer Anwendung auf die Lebenserscheinungen der Pflanzen und Tiere und im besonderen in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft. Er schuf das chemische Unterrichtslaboratorium als eine Lehrstätte der Forschung und trug durch seine Schriften chemische Anschauungen in weiteste Kreise.

Digitized by Google

Otto Lilienthal (1848 bis 1896)

Plakette, gestiftet von der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt, Berlin.

„Begründer der Flugtechnik, deren Grundlagen er mit scharfem Geist und kühner Tat unter Einsetzung seines Lebens erforschte."

Ludwig I., König von Bayern (1786 bis 1868)

Gemälde, gestiftet von der Rhein-Main-Donau-Aktiengesellschaft, München.

„Unter den deutschen Fürsten seiner Zeit der werktätige Schirmherr der Kunst und der vorausblickende Förderer wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes. Erzguß, Glasmalerei und künstlerische Vervielfältigungsverfahren hat er neu belebt. Die erste deutsche Eisenbahn und der Donau—Mainkanal sind verknüpft mit seinem Namen und die wirtschaftliche Einheit Deutschlands hat er mitbegründet. Der Freiheit, Ehre und Größe seines Vaterlandes weihte er Walhalla und Befreiungshalle."

Albertus Magnus (1193 bis 1280)

Rundrelief in Terracotta, gestiftet von seiner Eminenz Kardinal Erzbischof Dr. Michael Ritter von Faulhaber.

„Der Doctor universalis des 13. Jahrhunderts, auf dem Boden der aristotelischen Philosophie das Wissen seiner Zeit in Physik, Chemie, Botanik, zusammenfassend."

Robert Mayer (1814 bis 1878)

Herme.

„Das Gesetz von der Erhaltung der Energie mit seinen mannigfaltigen Beziehungen hat er erkannt und ausgesprochen. Den Arbeitswert der Wärme hat er zuerst gefunden."

Georg Simon Ohm (1789 bis 1854)

Kopfbüste, gestiftet vom Verband deutscher Elektrotechniker.

„Durch seine Versuche erschloß er die Gesetze der elektrischen Stromstärke und Stromverzweigung, durch mathematische Überlegung die Natur des Klanges und der Töne. Ihm zu Ehren nennt die Nachwelt eine der drei elektrischen Einheiten ‚ein Ohm'."

Georg von Reichenbach (1771 bis 1826)

Gemälde, gestiftet vom Verein deutscher Maschinenbauanstalten.

„Mit weittragenden Ideen eilte er seiner Zeit voraus. Seine Schöpfungen kennzeichnet die geniale Kraft der Erfindung ebenso wie die Meisterschaft der Ausführung; die Meßkunst der Erde und des Himmels verdankt ihnen bedeutsame Fortschritte, der deutsche Maschinenbau seine ersten ruhmreichen Erfolge."

Philipp Reis (1834 bis 1874)

Kopfbüste, gestiftet vom Physikalischen Verein Frankfurt a. M.

„Es gelang ihm, Töne und die menschliche Stimme durch den von ihm erfundenen und „Telephon" genannten Apparat fernhin zu übertragen."

Digitized by Google

Alois Senefelder (1771 bis 1834)

Plakette, gestiftet vom Gesamt-Verband der christlichen Gewerkschaften, Berlin.

„Ihm glückte es, durch die Erfindung des Steindruckes, den toten Stein in den Dienst der Verbreitung von Kunst und Wissenschaft zu stellen."

Werner von Siemens (1816 bis 1892)

Marmorrelief, gestiftet vom Verein deutscher Ingenieure.

„Ein Gelehrter und ein Techniker zugleich, hat er, der Ersten einer, mit erfindungsreichem Geist den elektrischen Strom der Menschheit dienstbar gemacht."

Ferdinand Schichau (1814 bis 1896)

Marmorrelief, gestiftet von der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

„Ein Führer deutscher Maschinen- und Schiffbaukunst, hat er im industriearmen Osten den ersten eisernen Seedampfer erbaut und seine Werften zu den höchsten schiffbaulichen Leistungen entwickelt."

Ferdinand Graf von Zeppelin (1838 bis 1917)

Plakette, gestiftet von der Stadt Stuttgart.

Zäher Wille, Opfermut und Tatkraft haben ihn zu Erfolg geführt. Sein starres, lenkbares Luftschiff eröffnete den Luftverkehr und wies damit der Technik neue große Ziele."

Digitized by Google

Deutsches Museum

von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München

Besuchszeiten:

A.	*Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen*	*9—6, Montag geschlossen*
B.	*Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie*	*9—6, Dienstag geschlossen*
C.	*Mathematik, Physik, Chemie*	*10—7, Donnerstag geschlossen*
D.	*Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik* . . . . . *Eröffnung im Mai 1928*	*10—7, Freitag geschlossen*
E.	*Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei*	*10—7, Samstag geschlossen*
F.	*Bibliothek*	*9—1 und 3—7, Sonntag geschl.*
	An Sonn- und Feiertagen	*10—6*

Eintrittspreis: 50 Pfennig, für Jugendliche 25 Pfennig

Führungen an allen Werktagen

Buchhandlung, Lesesaal und Restaurationsräume im Museum

Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephonnummer 22864

Digitized by Google

Das Technische Museum für Industrie und Gewerbe in Wien

Die Technik ist eine Erscheinung der Weltkultur, und deshalb weisen auch die technischen Museen in allen Kulturstaaten verwandte Ziele und Einrichtungen auf. Grundverschieden sind aber die Verhältnisse und Anlässe, die in den einzelnen Ländern zur Gründung solcher technischen Lehr- und Bildungsstätten geführt haben. Recht eigenartig gestaltete sich die Gründungsgeschichte des „Technischen Museums für Industrie und Gewerbe" in Wien, über welche der Regierungsvertreter im Kuratorium, Sektionschef a. D. Dr. S. Brosche, anläßlich der Umwandlung des Museums in eine Bundesanstalt einen eingehenden Bericht erstattete, dem die folgenden Angaben entnommen sind:

Um die für Österreich neuartige Institution eines Technischen Museums zu verwirklichen, war das Zusammentreffen einer ganzen Reihe von Voraussetzungen notwendig, vor allem die Macht der Idee, dann der Zug der Zeit, die Eignung der Personen und schließlich ein äußerer Anstoß. Hätte es auch nur an einer dieser Voraussetzungen gefehlt, so wäre das Technische Museum in Wien niemals zustande gekommen.

Die Idee eines Museums technischer Richtung war an sich bekannt. In einem Staate, wie im Österreich des vergangenen Jahrhunderts, konnte aber der Plan eines technischen Museums nicht Boden gewinnen, denn das damalige Österreich war vorwiegend ein Agrarstaat mit feudalem Einschlag unter bürokratischer Leitung, in dem die Industrie mehr nach althergebrachten Methoden als auf wissenschaftlich-technischer Grundlage arbeitete. Es ist klar, daß in solcher Zeit die Schaffung eines technischen Museums unmöglich war, und es kann deshalb nicht wundernehmen, daß Wilhelm Exner, als er im Jahre 1873 die Errichtung eines derartigen Museums in Angriff nehmen wollte, keine Unterstützung fand. Wohl hat er ein kleines Museum, das „Museum der österreichischen Arbeit", zustande gebracht, das zahlreiche wertvolle Objekte enthielt, aber ein großzügiges Unternehmen konnte er nicht ins Leben rufen, weil der Geist der Zeit dagegen war. Erst als Österreich zum Industriestaate emporblühte, als es die ungeheure Bedeutung des technischen Fortschrittes für die Volkswirtschaft erkannte und würdigte, erst als das groß angelegte Deutsche Museum in München von Österreichern besucht und sein Wert auch von ihnen erkannt wurde, erst dann gewann die Idee des technischen Museums die Macht zur Verwirklichung.

Im Jahre 1905 erschien eine Abordnung des Elektrotechnischen Vereins in Wien im Handelsministerium und teilte mit, daß der Elektrotechnische

Digitized by Google

Verein beschlossen habe, ein technisches Museum in Wien zu errichten und eine Unterstützung von seiten der Regierung erwarte. Es war von vornherein klar, daß ein einzelner, wenn auch noch so bedeutender Fachverein zu schwach sei, um einen solchen Plan durchzuführen. Der Gedanke war aber auf fruchtbaren Boden gefallen und ließ den Wunsch entstehen, ihn in die Tat umzusetzen. Anläßlich des sechzigjährigen Regierungsjubiläums des Kaisers Franz Josef I. war in derselben Zeit vom Niederösterreichischen Gewerbeverein eine Gewerbe- und Industrieausstellung für 1908 geplant, deren Durchführung sich aber bald allerlei Hindernisse in den Weg stellten.

Der Gedanke, statt einer vorübergehenden Ausstellung ein dauerndes Werk in der Form eines technischen Museums ins Leben zu rufen, schien eine goldene Brücke sowohl für die Veranstalter der Ausstellung, als auch für die Idee des technischen Museums zu bilden. In der Überzeugung, daß das weitreichende Museumsprojekt nur dann durchführbar sei, wenn die gesamte Industrie Österreichs daran mitarbeite, wandte man sich an den Obmann des damaligen ständigen Ausschusses der drei Industrieverbände, Dr. Arthur Krupp. Herr Krupp war mit den Vorschlägen vollständig einverstanden, und mit dem ganzen Gewicht seiner Persönlichkeit setzte er sich bei den industriellen Verbänden für die Durchführung des Planes ein.

Nun war an die Organisation eines Komitees zu schreiten, welches die ganze Angelegenheit in die Hände nehmen sollte. Seine Zusammensetzung war von selbst gegeben. Die industriellen Verbände mußten als Gründer des technischen Museums den Grundstock bilden; der Gewerbeverein, als Veranstalter der Ausstellung, war die zweite Gruppe, und die dritte Gruppe stellte der Elektrotechnische Verein dar, von dem die ursprüngliche Anregung ausgegangen war.

Die erste Aufgabe des vorbereitenden Komitees war die Besorgung der finanziellen Mittel, denn ohne diese war an die Ausführung eines solchen Unternehmens nicht zu denken. Binnen kürzester Zeit war durch Sammlung der Betrag von 4000000 Kronen aufgebracht, und es gelang auch, vom Staat die Zusicherung zu erhalten, daß er nicht abgeneigt sei, 30 v. H. der Gesamtkosten des Museums im Höchstbetrage von 1½ Millionen Kronen zu übernehmen. Weiter wandte man sich an die Gemeinde Wien, die dem Unternehmen eine Million Kronen und den Baugrund zusicherte, auf dem das Museum heute steht.

Die Beschaffung der für die Errichtung des Museums erforderlichen bedeutenden Geldmittel wäre aber unmöglich gewesen, wenn ihr nicht der Anlaß des 60jährigen Kaiserjubiläums zur Seite gestanden wäre. Der vom Kaiser ausgesprochene Wunsch, das seltene Fest nur durch wohltätige und gemeinnützige Akte zu begehen, war der Ansporn zu den großen Widmungen, die dem technischen Museum zuteil wurden und zu seiner Gründung im Jahre 1908.

Die nächste wichtige Aufgabe war die Vergebung des Baues des technischen Museums. An der Spitze des Baukomitees stand Generaldirektor Dr.-Ing. Georg Günther; der Bau selbst wurde von Oberbaurat Hans Schneider

Digitized by Google

ausgeführt. Der Grundstein des Unternehmens wurde im Beisein des Kaisers Franz Josef I. am 20. Juli 1909 gelegt, und das Gebäude war im Jahre 1913 fertiggestellt.

Die weitere Aufgabe war die Inneneinrichtung und die Sammlung von Museumsgegenständen. Der Altmeister der österreichischen Technik, Dr. W. Exner, als Obmann des Organisationsausschusses und an seiner Seite der Direktor des Museums, Hofrat Ing. L. Erhard, haben diese schwierige Arbeit durchgeführt. Sie haben zunächst den Grundplan des Museums geschaffen, dann durch Verwendung einer großen Anzahl von Mitarbeitern aus den Kreisen der Wissenschaft und der Praxis Fachkonsulentenkollegien für die einzelnen Abteilungen gebildet und diese Organismen sachkundig und zielbewußt geleitet. Der Aufopferung, mit der sich die Fachkonsulenten der Ausgestaltung der einzelnen Abteilungen hingaben, ist das Zustandekommen des Museums ebenso zu danken wie den zahlreichen Unternehmungen und Industriellen, die dem Museum äußerst kostbare und wertvolle Gegenstände geschenkt haben.

Knapp vor dem Zusammenbruche der Donaumonarchie wurde gemäß einem Beschlusse des Kuratoriums das damals noch unvollendete Museum im Mai 1918, also zur Zeit der tiefsten geistigen und wirtschaftlichen Gedrücktheit, sang- und klanglos eröffnet. Trotz der Ungunst der Verhältnisse hat sich aber das Unternehmen dank seines inneren Wertes dennoch durchgesetzt und die rege Anteilnahme und Aufmerksamkeit des In- und Auslandes gewonnen. Schon wenige Jahre nach der Eröffnung der Anstalt durchschritt der millionste Besucher das Zählwerk, und heute ist das technische Museum durch eigene Kraft zu einer unentbehrlichen Lehr- und Bildungsstätte herangereift, die für alle Zeiten die Würde der technischen Arbeit verkünden wird.

Besuchszeiten:

Sonntag	*9–1, 10 Vortrag*
Montag	*10 und 3 Führung*
Dienstag	*10 und 3 Führung*
Mittwoch	*9–12, 3 Führung*
Donnerstag	*10 und 3 Führung*
Freitag	*10 und 3 Führung*
Sonnabend	*10 Führung, 3–7*

Digitized by Google

Das Verkehrsmuseum der Technischen Hochschule Karlsruhe

Das Verkehrsmuseum der Technischen Hochschule Karlsruhe, das im Jahre 1924 eröffnet wurde, befindet sich in den Räumen des alten badischen Zeughauses in Karlsruhe, das der Technischen Hochschule „Fridericiana" nach dem Kriege überlassen wurde. Das Museum wurde gegründet von Professor Dr.-Ing. Otto Ammann, der auch die gesamten Einrichtungs- und Ausbauarbeiten leitet. Das Gebäude selbst stammt aus dem Jahre 1779 und gehört zu den kunstgeschichtlich wertvollen Karlsruher Baudenkmälern. Es ist, wie eine Reihe anderer öffentlicher und privater Gebäude, von dem hervorragenden Architekten Wilhelm Jeremias Müller entworfen und ausgeführt. Das Erdgeschoß besteht aus einer auf die ganze Länge und Breite des Gebäudes durchgehenden Halle mit einer Fläche von 57 × 16,5 = rd. 940 qm und einer Höhe von 6,30 m, die zur Aufstellung der schweren Ausstellungsgegenstände: Fahrzeuge, Maschinen, Stellwerksanlagen, Oberbaustücken usw. benutzt wird; im Obergeschoß, das einen großen Ausstellungssaal in der Mitte und je zwei kleinere Ausstellungsräume auf beiden Seiten enthält, sind die leichten Modelle und Apparate, Einzelteile, Plan- und Bildsammlungen usw. untergebracht. In dem ausgebauten Teil des Dachgeschosses befindet sich die Straßenbauabteilung, ferner die Wasserbauabteilung, in der unter anderem denkwürdige Originalpläne des berühmten Rheinbauingenieurs Tulla ausgestellt sind. In einem besonderen Raum wird ein großes Relief des ganzen badischen Landes und ein kleines vom Bodensee in künstlerischer Beleuchtung gezeigt.

Das Verkehrsmuseum besteht aus drei Hauptabteilungen: die erste stellt die Entwicklung der unter der Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen bis zum Übergang dieser Bahnen ans Reich gestandenen Verkehrsanstalten: der badischen Staatsbahn, der Bodenseedampfschiffahrt und der Hafenanlagen in Mannheim und Kehl dar; neuerdings wird die Sammlung weitergeführt unter Berücksichtigung der Entwicklung der Reichsbahn. Die zweite Abteilung zeigt die Entwicklung des Luftfahrwesens, die dritte bringt das badische Straßen- und Wasserverkehrswesen zur Darstellung.

Ein Teil des Materials der ersten Abteilung wurde der Technischen Hochschule geschenkweise von der früheren badischen Generaldirektion übergeben, die dieses seit vielen Jahren für ein eigenes Eisenbahnmuseum, das sich aber nicht verwirklichen ließ, teils hatte sammeln, teils hatte anfertigen lassen. Die zweite Abteilung ist in der Hauptsache ein Geschenk des Karlsruher Luftfahrvereins, der auch die Aufstellung der hierher-

Digitized by Google

gehörigen Gegenstände besorgte. Die dritte Abteilung kam dank der Unterstützung durch die badische Wasser- und Straßenbaudirektion zustande, welche ihr diesbezügliches Material bereitwilligst überließ.

Die bauliche Herrichtung des Gebäudes wurde von der badischen Unterrichtsverwaltung übernommen, die innere Einrichtung mit Hilfe von Stiftungen aus den Kreisen der Industrie und des Handels bis jetzt bewirkt. Auch von seiten der Stadt Karlsruhe wurde Unterstützung gewährt.

Als Ziel steht vor Augen die Ergänzung und ein fortlaufender, chronologischer Ausbau der Abteilungen für Land-, Wasser- und Luftverkehr, um einen Überblick über die Entwicklung des heimischen Verkehrswesen zu bieten und sowohl der wissenschaftlichen Forschung und Lehre systematisch geordnetes Material zu liefern, als auch die Liebe zur Heimat durch Vorführung der großen Leistungen auf dem Gebiet des badischen Verkehrswesens zu stärken.

Das Museum ist geöffnet von April bis Dezember Mittwochs von 2 bis 5 Uhr und Sonntags von 11 bis 1 Uhr. Als Eintrittsgebühr wird von Erwachsenen der Betrag von 0,30 RM, von Kindern 0,20 RM erhoben. Daneben bestehen Ermäßigungen für Besuche durch Schulen und Vereine, die bei vorheriger Anmeldung eine Eintrittsgebühr von 0,10 RM pro Kopf bezahlen. Studierende der Technischen Hochschule Karlsruhe haben gegen Vorzeigen der Legitimationskarte Mittwochs von 2 bis 5 Uhr freien Eintritt.

Auf Wunsch und vorherigen schriftlichen Antrag finden bei Besuchen durch Schulen und Vereine unentgeltliche Führungen statt.

Druckerei GmbH., Berlin S 14, Dresdener Straße 97

Digitized by Google

DIE ENTWICKLUNG DES DEUTSCHEN BERGBAUES

Von Geh. Bergrat Prof. A. Schwemann

Din A 5, II/20 Seiten mit 13 Abbildungen / 1928.
Broschiert RM 1.—, für VDI-Mitglieder RM 0.90.

Die Entwicklung des deutschen Bergbaues wird in großen Zügen durchaus allgemein verständlich dargestellt. Einem kurzen Hinweis auf die vorgeschichtlichen Zeiten, das Altertum und das frühere Mittelalter folgt eine ausführliche Darstellung der Entwicklung des Erzbergbaues im späteren Mittelalter. Bei der Darstellung der Entwicklung in den folgenden Jahrhunderten werden die Verdienste der führenden Männer ausführlich gewürdigt.

*

LUDWIG FRANZIUS

Oberbaurat der Freien Hansestadt Bremen 1875/1903
Von Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. E. h. G. de Thierry

Din A 5, IV/33 Seiten mit einem Bildnis / 1928.
Broschiert RM 1.—, für VDI-Mitglieder RM 0.90.

Durch die Korrektion der Unterweser und den Bau des Hafens I in Bremen hat Franzius sich ein Denkmal errichtet, das seinen Ruhm auf späte Geschlechter fortpflanzen wird. Der Verfasser zeigt uns Franzius als einen Ingenieur, der nicht allein durch wissenschaftliche Leistungen, sondern auch durch vielseitige Bildung und hervorragende Charaktereigenschaften seine Zeitgenossen überragt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VDI-VERLAG G.M.B.H. / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

[Munich.

APR 6 1929

DEUTSCHES MUSEUM von
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Naturwissenschaft und Technik]

HEINRICH HERTZ

VON

J. ZENNECK

1929

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V d I, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 2

HEINRICH HERTZ

REDE BEI DER HEINRICH HERTZ-FEIER
DER UNIVERSITÄT BONN AM 19. NOV. 1927

VON

J. ZENNECK

1 9 2 9

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI-Verlag G.m.b.H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Zum 31. August 1891, dem 70. Geburtstag von Hermann von Helmholtz, hat Heinrich Hertz einen Aufsatz geschrieben[1]), in dem er weiteren Kreisen einen Begriff von der Bedeutung Helmholtz's zu geben versuchte. Ich befinde mich heute bei der Erinnerung an den 70. Geburtstag von Heinrich Hertz in einer viel ungünstigeren Lage.

Abb. 1 Heinrich Hertz 1886

Hertz durfte damals dem greisen, aber auf dem Gipfel seines Ruhms stehenden, geistig und körperlich frischen Physiker-Fürsten seine Verehrung ausdrücken. Wenn wir heute des 70. Geburtstags von Heinrich Hertz gedenken, so wissen wir alle, daß wir von einem Manne sprechen, den schon seit 33 Jahren die Erde deckt. Aber es soll trotzdem keine Trauerfeier sein. Wir wollen nicht trauern, daß wir Heinrich Hertz verloren, wir wollen uns freuen, daß wir ihn gehabt haben.

1) I S. 360. (I bzw. II und III bedeutet Band I, II oder III der gesammelten Werke von Heinrich Hertz, Leipzig, Johann Ambrosius Barth

Digitized by Google

I.

Heinrich Hertz wurde am 22. Februar 1857 als ältester Sohn wohlhabender Eltern in Hamburg geboren. Sein Vater war ein angesehener Rechtsanwalt, später Oberlandesgerichtsrat und zuletzt Senator. Seine Mutter muß eine hervorragende Frau gewesen sein. Die Jugendgeschichte ihres Sohnes, die sie 7 Jahre nach seinem Tode schrieb[2], kann nur von einer gütigen, verständnisvollen Mutter und geistig hochstehenden Frau herrühren; sie ist wohl einer der entzückendsten Berichte, den wir von der Kindheit eines großen Mannes besitzen. Wir erfahren

Abb. 2. Heinrich Hertz' Mutter

darin von frohen Spielen mit seinen Geschwistern und Kameraden, von seiner ungewöhnlichen Begabung in der Schule und zwar nicht nur für Mathematik, sondern auch für Sprachen, von denen er sein ganzes Leben lang besonders gern griechisch trieb, von seiner Liebe zum Zeichnen, die ihn veranlaßte, Sonntags in der Gewerbeschule Zeichenstunden zu besuchen, von seiner Geschicklichkeit in allen Handfertigkeiten, im Modellieren, Schreinern, Drechseln und in Mechanikerarbeiten. Die gute Meinung, die alle seine Lehrer von ihm hatten, hat wohl keiner treffender ausgedrückt, als der Drechslermeister, der ihm das Drechseln beibrachte,

[2] Er. S. 1 ff. Mit „Er." ist hier und im folgenden gemeint das Buch „Heinrich Hertz. Erinnerungen, Briefe, Tagebücher", zusammengestellt von Dr. Johanna Hertz, Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1928.

Digitized by Google

Als man ihm nach Jahren erzählte, daß Hertz Professor geworden sei, sagte er: „Ach wie schade, was wäre das für ein Drechsler geworden“ [3]).

Hertz hatte die Absicht, Bauingenieur zu werden. Nachdem die Maturitätsprüfung hinter ihm lag, ging er im Herbst 1875 zur Ableistung der für Bauingenieure vorgeschriebenen praktischen Tätigkeit nach Frankfurt a. M., um dort bei einem Regierungsbaumeister und nachher bei einem Architekten zu arbeiten. Das Studium begann er im Herbst 1876 an der Technischen Hochschule Dresden und wurde dort bei der „Cheruskia“ aktiv. Nach einem Semester entschloß er sich, seiner Dienstpflicht als Einjährig-Freiwilliger beim Eisenbahn-Regiment in Berlin zu genügen. Die gute Erziehung, die im Militärdienst liegt, scheint Hertz sehr eindringlich zum Bewußtsein gekommen zu sein [4]). Auch später hat er sich bei militärischen Übungen wohl gefühlt und die Ausspannung, die sie für ihn bedeuteten, sehr angenehm empfunden, so sehr er manchmal den Verlust an wertvoller Arbeitszeit bedauerte. Ein Brief [5]) nach einer Offiziersübung enthält z. B. die Bemerkung: „Einstweilen wird es mir nun schwer fallen, mich wieder in meine Zivilstellung hineinzufinden, denn abgesehen von den zu großen Anstrengungen“, — er hatte das Manöver mitgemacht — „dem Schlafen in Stroh oder in fürchterlichen Bauernbetten ist mir das Vagabundenleben ganz lieb geworden, dagegen die Theorie der Elektrizität liegt mir so fern, so fern, daß ich fast in die offiziersmäßige Frage einstimmen möchte: Was hat der ganze Unsinn eigentlich für einen Zweck?“.

Nach seinem Dienstjahr ging Hertz an die Technische Hochschule München, um dort sein Studium fortzusetzen. Die Zeit bis zum Beginn des Semesters benützte er dazu, München und seine Sammlungen anzusehen. Sein Eindruck war ein vorzüglicher. Er würde sich die Sympathie aller echten Münchner erworben haben, wenn sie erfahren hätten, daß er damals an seine Eltern schrieb [6]): „Was öffentliche Gebäude anlangt, so scheint mir München doch weit über Berlin zu stehen; wenn man zum erstenmal hier herumspaziert, so wird man jeden Augenblick überrascht durch einen neuen großartigen Platz, und es scheint mir hier, wenigstens bei dem schönen Wetter, noch der Reiz der Farbe hinzuzukommen, während bei uns alles, selbst was ursprünglich Farbe hatte, grau aussieht.“ Aber ehe das Semester anfing, kam bei ihm ein Entschluß zum Durchbruch, mit dem er schon früher gerungen hatte, das Studium des Bauingenieurfaches aufzugeben und sich Mathematik und Naturwissenschaften zu widmen. Sein Vater, an den er sich um die Erlaubnis dazu wandte, erteilte sie ihm als weitsichtiger Mann sofort, und Hertz betrieb teils an der Technischen Hochschule, teils an der Universität München während des Winter-Semesters 1877/1878 und des Sommer-Semesters 1878 hauptsächlich Physik und Mathematik.

Im Herbst 1878 bezog er die Universität Berlin, der Helmholtz und Kirchhoff eine besondere Anziehungskraft für Mathematiker und

[3]) Er. S. 14. [4]) Er. S. 42. [5]) Er. S. 142. [6]) Er. S. 47.

Digitized by Google

Physiker verliehen hatten. Sein Studium wurde aber sofort in eine besondere Bahn gelenkt. Die philosophische Fakultät hatte eine Preisaufgabe gestellt, bei der es sich im wesentlichen darum handelte, festzustellen, ob die Elektrizität, die bei einem elektrischen Strom in einem Draht sich bewegt, eine nachweisbare Masse und damit Trägheit (kinetische Energie) besitzt. Hertz begann am Anfang des Winter-Semesters 1878/1879 den experimentellen Teil der Arbeit im Physikalischen Institut der Universität Berlin unter Helmholtz. Er stieß natürlich zuerst auf alle möglichen Schwierigkeiten. Aber schon am 31. Januar konnte er[7]) seinen Eltern berichten: „Mit meiner Arbeit bin ich jetzt eigentlich fertig, viel schneller als ich gedacht hatte." Er bekam den Preis unter besonderer Anerkennung seiner Leistung[8]) bei der Preisverkündung am 3. August 1879[9]). Hertz wandte sich dann einer rein theoretischen Arbeit „Über die Induktion in rotierenden Kugeln"[10]) zu. Im Anschluß an die bekannten Versuche von Arago über die Wirkung zwischen Magneten und Kupferplatten, die sich relativ zueinander bewegen, untersuchte er den Fall, daß eine leitende Kugel oder Hohlkugel in einem Magnetfeld um einen Durchmesser rotiert, und berechnete den Verlauf der induzierten Ströme in der Kugel, sowie die Wirkung zwischen Magnetfeld und der Kugel. Er hat die Arbeit als Doktordissertation eingereicht und am 5. Februar 1880 „magna cum laude" promoviert, einem damals in Berlin seltenen guten Prädikat.

In der Folge arbeitete er wieder experimentell. Für das Winter-Semester 1880/1881 bot ihm Helmholtz eine Assistentenstelle in seinem Institut an; er bekleidete sie bis Frühjahr 1883. Es scheint, daß schon damals die Praktikanten nicht alle auf einer besonders hohen Stufe von Intelligenz und Geschicklichkeit standen, und es hat einige Zeit gedauert, bis der junge Assistent Hertz mit ihnen zurecht gekommen ist. Aber im übrigen war die Berliner Zeit für Hertz von unschätzbarem Wert. Der stete Verkehr mit Helmholtz und anderen bedeutenden Männern der Fakultät, die Anregungen in der Physikalischen Gesellschaft, die Möglichkeit zur experimentellen Arbeit in einem für damalige Verhältnisse gut eingerichteten Institut begünstigten die wissenschaftliche Entwicklung von Hertz in ausgezeichneter Weise. In dieser Zeit ist ein großer Teil der wissenschaftlichen Arbeiten von Hertz entstanden. Er trug auch häufig in der Physikalischen Gesellschaft vor und gehörte zu den beliebten Mitgliedern, an die man sich stets wenden kann, wenn ein Vortrag fehlt.

Seine letzte Berliner Arbeit waren die „Versuche über die Glimmentladung"[11]), mit der er sich im Frühjahr 1883 in Kiel habilitierte.

[7]) Er, S. 80.

[8]) Es ist die Arbeit „Versuche zur Feststellung einer oberen Grenze für die kinetische Energie der elektrischen Strömung". (I, S. 1.) Er kam später noch einmal auf die Frage zurück (I, S. 214).

[9]) Er, S. 86. [10]) I, S. 7. [11]) I, S. 212.

Digitized by Google

Seine Vorlesungen in Kiel, die ihn anfangs ziemlich viel Zeit kosteten, waren rein theoretisch, ebenso auch seine wenigen Arbeiten aus dieser Zeit. Im großen und ganzen war die Kieler Zeit für Hertz keine sehr erfreuliche. Er war mit Kiel, mit seinen Zuhörern, mit seiner eigenen Tätigkeit nicht zufrieden, so daß es für ihn beinahe eine Erlösung bedeutete[12]), als er im Dezember 1884 an die Technische Hochschule Karlsruhe als ordentlicher Professor der Experimentalphysik berufen wurde.

Am 29. März 1885 fuhr Hertz nach Karlsruhe. Am 30. März findet sich in seinem Tagebuch[13]) der Eintrag: „Morgens das Institut im Polytechnikum angesehen und mich daran gefreut." Aber die Freude wurde etwas getrübt, als die Vorlesung begann und er sich in die Notwendigkeit versetzt sah, eine Experimental-Vorlesung mit ihren Vorbereitungen und Demonstrationsversuchen zu halten. Gewiß wird jeder Experimentalphysiker mit einem gewissen Gruseln sich an seine eigenen, ersten Vorlesungen erinnern, wenn er liest, was Hertz[14]) nach seiner ersten Vorlesung an seine Eltern schrieb: „Heute habe ich mein erstes Experimental-Kolleg gehalten, es ist das ein rechtes Angstkolleg, bei Anstellung jeden Versuchs immer das Gefühl: Wird es gelingen? Denn die beste Vorbereitung schützt durchaus nicht absolut vor den Tücken der Natur." Später wurde auch noch sein Mechaniker krank. Er stellte einen Lehrling ein und schreibt[16]) in seinem Tagebuch: „Statt Martin" — dem Mechaniker — „einen Mechaniker-Lehrling angenommen. Erstes Debut: Zerschlägt die Glasscheibe der großen Elektrisiermaschine."

Persönlich fühlte sich Hertz in Karlsruhe anfangs etwas ungemütlich und einsam. In einem Brief[16]) an seine Eltern aus dieser Zeit schreibt er: „Mein äußeres Leben ist noch recht ungemütlich und verspricht auch kaum gemütlich zu werden. Meine Wohnung ist nach wie vor uneingerichtet. Ich trinke indes schon zu Hause Kaffee. Essen tue ich allein; den ersten Tag dachte ich, es könne jedenfalls nur ein Interimistikum sein, jetzt esse ich schon drei Wochen so und es kann auch wohl ein Jahr daraus werden. Länger hoffe ich nicht, denn wenn ich nicht übers Jahr verheiratet bin, so werde ich in maßlose Wut geraten." Den heroischen Entschluß zu heiraten, hat er dann auch ausgeführt, wenn auch nicht ganz so rasch, wie er es wohl damals dachte. Am 12. April 1886 enthält sein Tagebuch[17]) den Eintrag: „Ausflug mit Doll's nach Bühl und auf die Windeck. Verlobt mit Elisabeth Doll", und am 31. Juli: „Hochzeitstag". Es darf Frau Hertz eine besondere Genugtuung bereiten, daß für Heinrich Hertz seine Verheiratung geradezu einen Markstein in seiner wissenschaftlichen Tätigkeit bedeutet. Jetzt begann er seine experimentellen Untersuchungen über elektrische Wellen, die schon in Kiel seine Ge-

[12]) Er. S. 154. [14]) Er. S. 157. [16]) Er. S. 157 u. 158.
[13]) Er. S. 156. [15]) Er. S. 162. [17]) Er. S. 162.

Digitized by Google

danken lebhaft beschäftigt hatten, und Erfolg reihte sich an Erfolg. Aus den Eintragungen in sein Tagebuch und aus seinen Briefen an seine Eltern spricht, von wenigen Ausnahmen abgesehen, Arbeitsmut und Arbeitsfreude. Ein Stimmungsbild aus der damaligen, weitaus schönsten Zeit im Leben von Hertz gibt ein Brief von Frau Hertz an seine Eltern am 9. November 1887[18]: „Heins hat sein Manuskript Samstag an Helmholtz abgeschickt und darauf schon Dienstag als Antwort eine Karte von ihm erhalten, die nur folgende Worte enthält: „Manuskript erhalten. Bravo! Werde es Donnerstag überreichen zum Druck. H. v. Htz." Das hat uns natürlich große Freude gemacht; aber außerdem hat Heins Montag schon neue Versuche begonnen und als er abends nach Hause kam, sagte er mir, er habe die Apparate aufgestellt, versucht, und innerhalb einer Viertelstunde seien ihm schon wieder die schönsten Versuche gelungen; er hat eine neue Arbeit schon so gut wie fertig. Und diese sei noch schöner, wie die abgeschickte. Er schüttelt gegenwärtig die schönen Sachen nur so aus dem Ärmel. Das macht ihn natürlich sehr vergnügt und mich auch, wenn er mir mit strahlendem Gesicht davon erzählt." Und Hertz schrieb am letzten Abend des Jahres in sein Tagebuch[19]: „Gern auf das Jahr zurückgesehen."

Die Karlsruher Arbeiten über elektrische Wellen, von denen ich später noch eingehend zu sprechen haben werde, brachten ihm Anerkennung und die höchsten Auszeichnungen von in- und ausländischen Gelehrten-Gesellschaften. Die Universität Gießen bewarb sich um ihn; er bekam einen Ruf nach Berlin und Bonn und die Möglichkeit, unter besonders günstigen Bedingungen ein neu zu gründendes Forschungsinstitut in Amerika zu übernehmen. Hertz hat sich bei der Wahl zwischen Berlin und Bonn — nur diese kamen ernstlich für ihn in Frage —, „ohne sich zu bedenken", für Bonn entschieden. Schon vor der Übersiedlung kaufte er sich dort ein Haus; es war das Haus Quantiusstraße 13, in dem früher der Physiker Clausius gewohnt hatte und in dem Frau Hertz noch heute wohnt. Er schwelgt in einem Brief an seine Eltern in der Vorfreude des Besitzes[20].

Hertz ist im Frühjahr 1889 mit den frohesten Hoffnungen nach Bonn gegangen. Abgesehen vom Institut, dessen Zustand kein sehr erfreulicher gewesen sein muß, gefiel ihm alles sehr gut, sein Haus und Garten, die Stadt Bonn, die schöne Umgebung, seine Kollegen; nur die Geselligkeit war ihm manchmal zu viel. Er begann sehr bald mit der Fortsetzung seiner Untersuchungen, und zwar speziell über die „Mechanischen Wirkungen elektrischer Drahtwellen"[21] und wandte sich dann zwei theoretischen Arbeiten über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende und bewegte Körper[22] zu. Glanzpunkte in dieser Zeit waren einmal ein Vortrag in den Herbstferien 1889 bei der Naturforscher-Ver-

[18] Er. S. 181. [19] Er. S. 185. [20] Er. S. 209. [21] H. S. 199. [22] H. S. 208, 256.

Digitized by Google

sammlung in Heidelberg „Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität“ [23]), zu dem man ihn aufgefordert hatte und bei dem er von allen Seiten außerordentlich gefeiert wurde, und dann eine Reise nach England, wohin er von der Royal Society eingeladen worden war. Er wurde dort von den englischen Kollegen in liebenswürdigster Weise aufgenommen, und man fühlt aus seinem Bericht über die Reise [24]) heraus, welche Freude es ihm gemacht hat, die ausgezeichneten englischen Physiker bei dieser Gelegenheit persönlich kennen zu lernen.

Im übrigen ging es ihm aber in dieser ganzen Zeit nicht nach Wunsch. Er war müde und abgespannt und es fehlte ihm der richtige Arbeitsmut. Schon bald nach seiner Übersiedlung nach Bonn finden sich in seinem Tagebuch [25]) Bemerkungen wie „in hohem Grade nervös abgespannt“ am 18. Juni 1889, „sehr gedrückt und überbürdet gefühlt“ am 25. Juni 1889, „sehr erschöpft und unglücklich“ am 22. Juli 1889. Die Arbeit ging nicht recht vorwärts. Der Vortrag für die Naturforscher-Versammlung in Heidelberg machte ihm viel Mühe. In seinem Tagebuch [26]) findet sich am 26. August 1889 der Eintrag: „Angefangen am Vortrag für die Naturforscher-Versammlung zu schreiben, aber mißglückt“, am 27. August „Unglücklich über das Nichtvorwärtsgehen der Niederschrift“. Die schon erwähnte Arbeit über die mechanische Wirkung elektrischer Drahtwellen kam nur langsam vom Fleck. Andere experimentelle Arbeiten, die er versucht hatte, brachten keinen Erfolg. Nur eine kurze, aber sehr schöne experimentelle Arbeit, bei der er den Boden der elektrischen Schwingungen ganz verlassen hatte, fällt in diese Zeit, die Arbeit „Über den Durchgang der Kathodenstrahlen durch dünne Metallschichten“ [27]). Im übrigen beschäftigte er sich fast nur mit einer großen theoretischen Arbeit, die in seinem Buch „Die Prinzipien der Mechanik“, dem III. Band seiner gesammelten Werke, veröffentlicht ist. Er kam im allgemeinen zu keiner freudigen Arbeitsstimmung mehr, wenn auch Einträge in sein Tagebuch, wie derjenige vom 26. Februar 1891 [28]): „Unerfreuliche Zeit, Ermüdung, Überdruß“ wohl nur einen ganz besonderen Tiefstand seiner Stimmung bezeichneten. Die vielen Ehrungen, die gerade in diesen Jahren in einer Weise auf ihn gehäuft wurden, wie sie wohl selten einem Wissenschaftler zuteil geworden sind, konnten ihn für die verlorene Arbeitsfreudigkeit nicht entschädigen.

Der Grund war nicht der, daß er in Bonn Unannehmlichkeiten gehabt hätte. Er fühlte sich dort im Gegenteil äußerlich sehr wohl. Am 14. Dezember 1891 schrieb er z. B. an seine Eltern [29]): „Uns geht es, wie gesagt, sehr gut. Das angenehmste für uns ist, daß wir eigentlich je länger je lieber hier sind und daß uns unser Haus, der Ort und die Menschen immer besser gefallen.“

---

[23]) I, S. 339. [25]) Er. S. 218—219. [27]) I, S. 355. [29]) Er. S. 238.
[24]) Er. S. 230. [26]) Er. S. 219. [28]) Er. S. 236.

Digitized by Google

Es sind wohl zwei Gründe gewesen, die auf ihn drückend wirkten. Der eine war ein sachlicher: In einem Brief an seine Eltern vom 10. April 1891 [30]) sagt er: „Ich selbst bin ebenfalls wohl, aber nicht in ganz so vergnügter Stimmung, als ich wünschte. Ich bin einige Jahre durch den rüstigen Fortgang der Arbeit und der äußeren Erfolge allzu sehr verwöhnt worden, um jetzt nicht die Stockung etwas schwer zu empfinden." Hertz hatte während der Karlsruher Zeit in beispiellos rascher Folge von Arbeiten die prinzipiellen Fragen, die auf dem von ihm eröffneten Gebiet der elektrischen Wellen vorlagen, mindestens qualitativ erledigt. Daß sie wirklich erledigt waren, folgt am einfachsten aus der Tatsache, daß es auch in den nächsten 10 Jahren keinem anderen gelungen ist, zu dem, was Hertz auf diesem Gebiet geleistet hatte, etwas Grundlegendes hinzuzufügen. Erst dann änderte sich die Lage, als infolge der Erfindung Marconis und der Anwendung der elektrischen Wellen in der drahtlosen Telegraphie eine Entwicklung in ganz anderer Richtung einsetzte. Die Verhältnisse waren hier ganz ähnlich, wie nach der Entdeckung Röntgens. Röntgen hatte in ungewöhnlich kurzer Zeit die grundlegenden Eigenschaften der von ihm entdeckten Strahlen klargelegt. Er selbst hat sie dann verlassen und alle, die in den nächsten 15 Jahren sich auf dieses Gebiet stürzten, haben, — abgesehen etwa von den Versuchen von Barkla —, nichts herausfinden können, was über den Inhalt der Röntgenschen Veröffentlichungen wesentlich hinausgegangen wäre. Erst nach der Entdeckung der Interferenz der Röntgenstrahlen durch Friedrich, Knipping und von Laue hat die Forschung auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen einen neuen Aufschwung genommen.

Zu diesem sachlichen Grund für eine gewisse Stockung in den experimentellen Arbeiten von Hertz kamen aber noch persönliche. Ob einer der war, daß Hertz in seiner Originalität und wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit eben doch schon den Höhepunkt überschritten hatte, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen. Die Tatsache, daß er sich in dieser Zeit den abstrakten „Prinzipien der Mechanik" zuwandte, von denen er selbst kein neues Ergebnis, sondern nur eine neue Darstellung von Bekanntem erwartete, weist vielleicht darauf hin. Aber schwerwiegender als das war wohl ein anderer Grund. Schon gegen Ende des Karlsruher Aufenthalts war er nicht ganz gesund. Er hatte Schwierigkeiten mit seinen Augen und Zähnen. In Bonn hatte er dauernd mit allen möglichen Unpäßlichkeiten zu kämpfen. Er schrieb am 3. November 1889 [31]): Ich bin von einem kleinen Leiden nach dem anderen geplagt." Ein kranker Fuß, eine Grippe fesselten ihn zeitweise ans Bett. Dann kamen zwei verhältnismäßig gesunde Jahre. Im Sommer 1892 zeigte sich aber, daß er ein ernsthaftes Nasen- und Rachenleiden hatte, zu dem eine Eiterung des Ohrs hinzutrat. Nun begann für Hertz

[30]) Er. S. 236. [31]) Er. S. 224.

Digitized by Google

eine lange Leidenszeit mit Operationen, vorübergehender Besserung und immer wieder einsetzenden Rückfällen. Aus den Briefen an seine Eltern spricht bald tiefste Mutlosigkeit, wie aus der Klage am 3. Januar 1893[32]): „Nichts ist schwerer als ein Kampf, den man nicht mehr um den Sieg kämpft, sondern um nicht unanständig zu fallen." Bald hatte er wieder alle Hoffnung auf Genesung. Am 6. August 1893 schrieb er an seine Eltern[33]): „Est ist mir in der letzten Zeit so gut gegangen und ich habe mich so tatkräftig und elastisch gefühlt, daß ich viel mehr an einen Ausgang in Güte glaube, als z. B. im vorigen Jahr." Im Herbst 1893 war er noch mit seiner Familie drei Wochen in Kirchberg bei Reichenhall. Er schrieb über seinen dortigen Aufenthalt am 2. September an seine Eltern[34]): „Wir haben die drei Wochen, welche wir hier sind, recht genossen, so viel, wie noch kaum eine Sommerfrische vorher", und am 14. September: „Wir blicken sehr gerne auf unseren Reichenhaller Aufenthalt zurück, überhaupt auf den ganzen Sommer, so geplagt wir auch an manchen Tagen waren . . . . Ich selbst habe bei vielen Ausflügen und Spaziergängen, z. B. auf den Zwiesel, die Überzeugung wieder gewonnen, daß ich eigentlich ein ganz gesunder Mensch bin. Aber meine lokalen Leiden haben keine Änderung erfahren." Hertz muß also damals noch recht kräftig gewesen sein: die Tour von Kirchberg auf den ungefähr 1800 m hohen Zwiesel ist für einen Ungeübten eine ordenliche Leistung. Es folgte dann eine Operation mit vorübergehender Besserung. Er nahm die Vorlesungen im Wintersemester wieder auf, litt aber zum Teil doch sehr, zumal da er auch noch von rheumatischen Schmerzen geplagt war. Am 7. Dezember 1893 hielt er seine letzte Vorlesung. Am ersten Tag des neuen Jahres, nachdem er kurz vorher den größten Teil seiner „Prinzipien der Mechanik" an den Verlag geschickt hatte, erlag er, nicht ganz 37 Jahre alt, einer Sepsis.

Mit seiner Familie und seinen Freunden trauerte die ganze physikalische Welt.

II.

Ich möchte im folgenden versuchen, einen Begriff von den Werken Hertz's zu geben. Es soll in möglichst einfacher Form geschehen; ich habe nicht den Ehrgeiz, schon durch die Unverständlichkeit meiner Ausführungen wissenschaftlicher wirken zu wollen.

Die Werke von Hertz liegen uns heute in drei Sammelbänden vor. Der erste Band enthält Schriften vermischten Inhalts zum größten Teil aus der Berliner Zeit und ist von seinem hervorragenden früheren Assistenten Lenard herausgegeben. Im zweiten Band mit dem Titel „Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft" hat Hertz selbst seine Arbeiten über die elektrischen Wellen, hauptsächlich aus der Karlsruher Zeit, zusammengefaßt. Der dritte Band, der von

[32]) Er. S. 250. [33]) Er. S. 253. [34]) Er. S. 254.

Digitized by Google

Lenard nach Hertz's Tod herausgegeben wurde, ist derjenige über "Die Prinzipien der Mechanik".

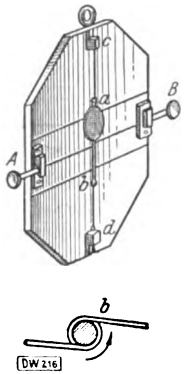


Abb. 3. Hitzdraht-instrument

Von den 20 Abhandlungen aus dem ersten Band habe ich seine Preis- und Doktorarbeit schon erwähnt. Von den übrigen bewegen sich die experimentellen auf ganz verschiedenen Gebieten. Unter dem Titel „Dynamometrische Vorrichtung von geringem Widerstand und verschwindender Selbstinduktion"[35]) beschreibt er ein sehr einfaches und hübsches Instrument zur Messung schwacher elektrischer Ströme. Der zu messende Strom erwärmt einen feinen Silberdraht, A B in Abb. 3; dieser dehnt sich infolge davon aus und bewirkt die Drehung eines kleinen Spiegels[36]). Je stärker der Strom, um so stärker wird die Erwärmung und Ausdehnung des Drahtes und infolge davon die Drehung des Spiegels. Man würde das Instrument heute als Hitzdraht-Instrument mit Spiegelablesung bezeichnen, und es werden tatsächlich noch jetzt Instrumente nach diesem Prinzip zur Messung sehr schwacher Wechselströme gebaut.

Eine Gruppe von Arbeiten befaßt sich mit der Verdunstung und Kondensation von Flüssigkeiten: „Über die Verdunstung der Flüssigkeiten, insbesondere des Quecksilbers, im luftleeren Raum"[37]), und „Über den Druck des gesättigten Quecksilberdampfes"[38]). In der ersten Arbeit hat er mit sehr geschickten Anordnungen wichtige prinzipielle Fragen über den Vorgang der Verdunstung, auch über die Geschwindigkeit derselben, untersucht. Zu dieser Gruppe kann man auch noch einen kleinen Vortrag rechnen, den er in der Physikalischen Gesellschaft über ein einfaches Hygrometer hielt, ein Instrument, das direkt die relative Luftfeuchtigkeit in einem Raum anzeigen sollte. An einem kleinen Hebelarm, tatsächlich einem dünnen Glasfaden, der an einem horizontal ausgespannten, sehr dünnen Silberdraht sitzt, ist ein Stück Seidenpapier befestigt, das mit Chlorkalzium-Lösung getränkt ist. Das Chlorkalzium nimmt um so mehr Wasser auf und wird also um so schwerer, je größer die Feuchtigkeit des Raumes ist. Je schwerer das Chlorkalizium ist, um so mehr wird durch sein Gewicht der Silberdraht tordiert, einen um so größeren Ausschlag zeigt der Glasfaden.

Zu einer zweiten Gruppe von experimentellen Arbeiten gehört seine Habilitationsarbeit „Versuche über die Glimmentladung"[39]) und seine letzte experimentelle Arbeit „Über den Durchgang der Kathodenstrahlen durch dünne Metallschichten"[40]). Unter Glimmentladung versteht man

---

[35]) I, S. 227.
[36]) Die Torsion der dünnen Stahlhülse ac und bd spannt den Silberdraht.
[37]) I, S. 191. [38]) I, S. 215. [39]) I, S. 242. [40]) I, S. 355.

Digitized by Google

die Erscheinung in den bekannten, zuerst von Geißler in Bonn fabrikmäßig hergestellten und nach ihm genannten Geißler-Röhren oder auch im Moore-Licht oder den kleinen Glimmlampen, wie sie jetzt vielfach für Reklamezwecke verwendet werden. Die erste Frage, die er in seiner Habilitationsschrift untersuchte, war die, ob der Strom, der bei einer solchen Glimmentladung durch das Gas im Rohr fließt, kontinuierlich oder notwendigerweise diskontinuierlich, intermittierend, ist. Der letzteren Ansicht waren damals die meisten Physiker mit Ausnahme des genialen Hittorf, dessen Versuche nach dieser Richtung aber doch nicht beweisend waren. Hertz hat, um sich eine auf alle Fälle kontinuierliche Spannung zu verschaffen, eigens für diesen Zweck eine Batterie von 1000 Akkumulatoren selbst gebaut und in einer Reihe besonders origineller und klarer Versuche überzeugend nachgewiesen, daß die Entladung kontinuierlich sein kann. Die zweite Frage war die folgende: wenn man in einem solchen Glimmstromrohr den Gasdruck genügend erniedrigt, so gehen von der negativen Elektrode, der Kathode, eine Art von Strahlen aus, die die ganze Röhre durchsetzen und die der Kathode gegenüberliegende Glaswand zum Leuchten (fluoreszieren) bringen. Es ist heute sicher, daß diese Kathodenstrahlen Elektronen sind, die mit großer Geschwindigkeit durch das Rohr fliegen. Damals war man aber über die Natur derselben nicht im klaren, doch bestand schon die Vermutung, daß die Kathodenstrahlen geladene Körperchen seien, die von der Kathode weggeschleudert werden. Bei dieser Auffassung war folgendes zu erwarten:

1. Wenn die Kathodenstrahlen geladene Teilchen sind, die durch die Röhre hindurchfliegen, so müssen sie genau dieselben magnetischen Wirkungen ausüben, wie jede andere Bahn, in der Elektrizität transportiert wird, d. h. also, wie jede elektrische Strombahn.

2. Wenn die Kathodenstrahlen elektrische Ladung mit sich führen, so müssen sie z. B. auf ein Elektrometer dieselben elektrischen Kräfte ausüben, wie ein geladener Metallstab, der die Form des Kathodenstrahlbündels hat.

3. Wenn sie elektrische Ladung besitzen, so müssen elektrische Kräfte auf sie wirken. Es muß möglich sein, sie durch ein elektrisches Feld aus ihrer Bahn abzulenken.

Hertz hat nach diesen drei Richtungen hin Versuche angestellt, konnte aber keine der gesuchten Wirkungen finden. Er glaubt aus seinen Versuchen den Schluß ziehen zu müssen[41]): „Diese Kathodenstrahlen sind elektrisch indifferent. Unter den bekannten Agentien ist das Licht die ihnen am nächsten verwandte Erscheinung." Wir wissen heute, daß diese Versuche von Hertz nicht einwurfsfrei waren, und daß infolge davon die Schlüsse, die er auf sie aufbaute, nicht zutreffen.

[41]) I, S. 276.

Digitized by Google

Und doch führte diese Arbeit zu einem wichtigen Beitrag zur Frage nach der Natur der Kathodenstrahlen. Hertz hatte beobachtet, daß die „Kathodenstrahlen durch ein Drahtgitter treten, welches nicht weniger als 36 Maschen auf den Quadratmillimeter hatte". Sicherlich gab diese Beobachtung Hertz den Anlaß zu der erwähnten zweiten Arbeit, in der er nachwies, daß die Kathodenstrahlen imstande sind, dünne Metallschichten zu durchdringen, ohne bei dem Durchgang ihre bekannten Eigenschaften irgendwie zu verlieren. Bekanntlich hat Lenard diese Versuche später weiter fortgesetzt und gezeigt, daß es möglich ist, die Kathodenstrahlen durch ein dünnes Metallfenster aus der Röhre in den Außenraum treten zu lassen.

Von den theoretischen Abhandlungen im ersten Band der gesammelten Werke beziehen sich vier auf elastische Fragen[42]). Zwei davon sind sehr bekannt geworden, diejenige „Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte" und diejenige „Über das Gleichgewicht schwimmender, elastischer Platten". Die in der ersten Arbeit behandelte, außerordentlich wichtige Eigenschaft der Körper, die Härte, ist physikalisch sehr schwer faßbar. Die Verlegenheit, in der man sich befindet, hat z. B. in der Mineralogie zu folgender Methode geführt. Man nennt einen Körper A härter als einen Körper B, wenn man den Körper B mit dem Körper A ritzen kann, ordnet eine Anzahl von Materialien nach ihrer Härte in eine Reihe (Härteskala) an und gibt dann die Härte eines beliebigen Körpers dadurch an, daß man sagt, er befindet sich bezüglich seiner Härte zwischen zwei bestimmten Körpern dieser Skala. Diese Methode bedeutet natürlich höchstens ein Rezept, aber keine Definition einer Körpereigenschaft, schon deshalb nicht, weil man zur Bestimmung der Eigenschaft eines Körpers diejenigen anderer Körper beiziehen muß. Hertz schlägt nun vor, eine absolute Definition auf folgende Weise festzulegen. Er denkt sich zwei Körper aus dem gleichen oder verschiedenen Material mit kugelförmiger Oberfläche aufeinander gedrückt und den Druck so lange gesteigert, bis sich bei einem derselben — oder bei gleichem Material evtl. bei beiden — eine dauernde Deformation, d. h. ein bleibender Eindruck bzw. ein Riß oder Sprung zeigt. Der Druck, bei dem dies eben eintritt, dient dazu, die Härte des Körpers zu definieren. Diese Art der Definition, die durchaus die Schärfe der Definitionen von anderen physikalischen Größen besitzt, ist meines Wissens bis auf den heutigen Tag die einzig brauchbare geblieben.

Die andere Arbeit auf dem Gebiet der Elastizität „Über das Gleichgewicht schwimmender, elastischer Platten" überrascht durch ihr Ergebnis. Man denke sich eine ebene, elastische, z. B. kreisrunde Platte aus einem Material, dessen Dichte größer ist als diejenige des Wassers. Dann

[42]) „Über die Berührung fester elastischer Körper" (I, S. 155); „Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte" (I, S. 174); „Über die Verteilung der Druckkräfte in einem elastischen Zylinder" (I, S. 283); „Über das Gleichgewicht schwimmender, elastischer Platten" (I, S. 288).

Digitized by Google

schwimmt die Platte natürlich nicht auf Wasser. Nach dem Ergebnis der Hertzschen Arbeit kann man sie aber unter Umständen zum Schwimmen bringen, wenn man in der Mitte ein Gewicht auflegt. Es will einem von vornherein nicht recht in den Sinn, daß man einen Körper, der nicht schwimmt, dadurch zum Schwimmen bringen kann, daß man ihn beschwert. Das Resultat erklärt sich aber verhältnismäßig einfach, wenn man daran denkt, daß beim Auflegen eines Gewichts auf die Mitte der elastischen Platte sich diese durchbiegt und eine Art Schale bildet, die nicht nur selbst schwimmt, sondern unter Umständen auch noch ein gehöriges Gewicht zu tragen vermag.

Ich wende mich zu den Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft, die im zweiten Band der gesammelten Werke vereinigt sind. Die Situation in der Physik war damals die folgende. Es standen sich zwei Theorien der elektromagnetischen, oder wie man damals sagte, elektrodynamischen Erscheinungen gegenüber, die ältere — ich nenne hier Namen wie Biot-Savart, Neumann und Weber — und die neuere, die der große englische Theoretiker Maxwell aus den Anschauungen Faradays heraus entwickelt hatte. Der grundlegende physikalische Unterschied zwischen beiden war der: Die ältere Theorie kannte zwei Methoden, um magnetische Wirkungen im Raum auszuüben oder, wie der Physiker sagt, zwei Arten von magnetischen Feldern: das Feld, das herrührt von Magneten, z. B. Stab- oder Hufeisen-Magneten, das sogenannte magnetostatische Feld, und das Feld, das man durch einen elektrischen Strom bekommt, wie es z. B. in der elektrischen Klingel oder im Telephon verwendet wird. Die Maxwellsche Theorie behauptete nun, daß es noch eine dritte Art von magnetischen Feldern gebe, das sogenannte induzierte magnetische Feld.

Sie kennen alle vom Induktorium (Funken-Induktor) her das induzierte elektrische Feld. Es entsteht dort beim Schließen oder Unterbrechen des Stroms in der Primärspule, wenn das magnetische Feld des Eisenkerns im Induktor im Entstehen oder Verschwinden begriffen ist. Allgemein erhält man ein induziertes elektrisches Feld dann, wenn ein magnetisches Feld sich ändert. Ganz entsprechend soll nun nach Maxwell auch ein induziertes magnetisches Feld entstehen, sobald ein im Raum vorhandenes elektrisches Feld sich irgendwie ändert. Das Maxwellsche induzierte magnetische Feld war also durchaus analog dem schon längst bekannten induzierten elektrischen Feld.

Und wie das induzierte elektrische Feld um so kräftiger wird, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der das magnetische Feld, durch das es hervorgerufen wird, seine Intensität ändert, so soll auch für die Stärke des Maxwellschen induzierten magnetischen Feldes die Geschwindigkeit maßgebend sein, mit dem die Intensität des elektrischen Feldes, durch das magnetische induziert wird, zu- oder abnimmt.

Ferner soll nach Maxwell das induzierte magnetische Feld — ganz entsprechend den Verhältnissen beim induzierten elektrischen Feld — davon

Digitized by Google

abhängen, in welchem Medium das elektrische Feld, durch dessen Änderung es erzeugt wird, verläuft. Und zwar kommt es dabei auf eine Eigenschaft des Materials an, die sein Verhalten gegen elektrische Felder bestimmt und durch seine sogenannte Dielektrizitätskonstante gekennzeichnet wird. Es soll also für die Stärke des induzierten magnetischen Feldes einen Unterschied ausmachen, ob das elektrische Feld, durch dessen Änderung es entsteht, in Luft oder in einem Körper von anderer Dielektrizitätskonstante, z. B. in Öl, sich befindet.

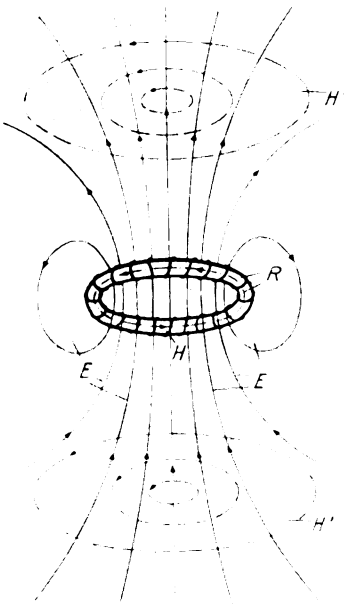


Abb. 4. Feld eines Ringes

Die Folgen der Maxwellschen Theorie im Gegensatz zur alten möchte ich an einem einfachen Beispiel zeigen. Denken wir uns einen Ring, R in Abb. 4, gleichförmig mit einem Draht bewickelt und durch den Draht einen der Zeit nach veränderlichen Strom geschickt, z. B. den Strom einer Batterie, der abwechslungsweise geschlossen und wieder unterbrochen wird, oder noch besser einen Wechselstrom, der periodisch seine Stärke und Richtung ändert. Dann sagt die alte Theorie, daß dieser Strom außerhalb des Ringes keinerlei magnetische Kräfte ausübt; sie kennt in diesem Fall nur das magnetische Feld H in Abb. 4, das durch den Strom unmittelbar hervorgerufen wird, und dieses ist im Innern des Ringes konzentriert. Die Maxwellsche Theorie behauptet aber, daß auch im Raum außerhalb des Ringes magnetische Kräfte bestehen d. h. ein magnetisches Feld auftritt. Denn wenn der Strom in der Spule sich ändert, so bekommt man, wie bei einem Induktor oder Transformator, im Außenraum ein induziertes elektrisches Feld E. Dieses induzierte elektrische Feld ist der Zeit nach veränderlich und muß also nach Maxwell ein induziertes magnetisches Feld H' im Außenraum des Ringes zur Folge haben. Dieses induzierte magnetische Feld wird nach dem oben Gesagten um so stärker, je größer die Geschwindigkeit ist, mit der das induzierte elektrische Feld, oder im vorliegenden Fall auch, mit der der Strom in der Ringspule sich ändert. Es muß ferner unter sonst gleichen Umständen verschieden ausfallen, je nachdem die Anordnung von Luft oder von irgendeinem anderen Medium, z. B. Öl, umgeben ist.

Ich habe dieses Beispiel mit Absicht genommen. Hertz hat ein ähnliches Beispiel, in Wirklichkeit zwei Ringspulen mit veränderlichen

Digitized by Google

Strömen, benutzt, um in einer äußerst feinen Überlegung [43]) zu zeigen, daß die alte Theorie, die in der gewöhnlichen Form keine Wirkung zwischen den beiden Ringspulen ergibt, doch zu solchen Kräften kommen muß, wenn sie ihre eigenen Voraussetzungen konsequent durchführt, und daß sie in diesem Fall auf kompliziertem Wege zu denselben Beziehungen gelangt, wie Maxwell auf einfachem.

Nun wird man vielleicht fragen, wozu überhaupt die ganzen Überlegungen? Warum hat man nicht einfach mit denselben Mitteln, mit denen man sonst magnetische Felder nachweist, untersucht, ob das Maxwellsche induzierte magnetische Feld vorhanden ist oder nicht? Der Grund, warum das nicht gelang, liegt in der Beziehung, von der ich oben sprach, daß nämlich die Stärke dieses Feldes von der Geschwindigkeit abhängt, mit der sich das erzeugende elektrische Feld ändert: nur bei sehr schnellen Änderungen ist ein induziertes magnetisches Feld zu erwarten, das stark genug ist, um experimentell nachgewiesen werden zu können.

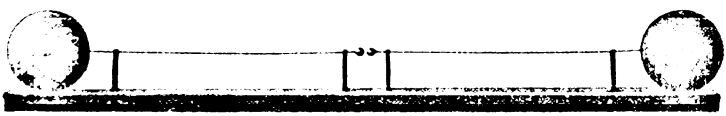


Abb. 5. Sender

Dabei ist das „sehr" zu unterstreichen. Denn die schnellsten Schwingungen oder Wechselströme, die man damals kannte, diejenigen, die man nach den Versuchen von Feddersen bei der Entladung von Kondensatoren durch eine Strombahn bekommt und bei denen der Strom schon ungefähr 1 Million mal in der Sekunde seine Richtung wechselt, reichten nicht aus.

An dieser Stelle setzt nun die Arbeit von Hertz ein. Er zeigte, wie man viel schnellere Schwingungen erzeugen kann, bei denen der Strom mehr als 100 Millionen mal in der Sekunde seine Richtung ändert. Die Anordnung, die er zu diesem Zweck — wenigstens teilweise — verwandte, Abb. 5, war einfach genug: ein langer Draht, der an beiden Enden Kugeln trägt und in der Mitte durch eine kurze Luftstrecke — die Funkenstrecke — unterbrochen ist. Wenn man die beiden Hälften des Drahtes mit den beiden Polen eines Induktoriums verbindet und das Induktorium in Betrieb setzt, so daß ein Funke zwischen den beiden Hälften überschlägt, so erhält man sehr rasche elektrische Schwingungen [44]) in dem

[43]) „Über die Beziehungen zwischen den Maxwellschen elektrodynamischen Grundgleichungen und den Grundgleichungen der gegnerischen Elektrodynamik" (I. S. 295).

[44]) Bei einer Untersuchung war z. B. der ganze Draht 150 cm lang, der Radius der Kugeln 15 cm; die Frequenz war in diesem Fall ca. $0{,}8 \cdot 10^8$/sec. — Die Abb. 5 und 6 sind Photographien der Originalapparate von H. Hertz im Deutschen Museum.

Digitized by Google

Draht. Daß diese Schwingungen wirklich vorhanden waren, hat Hertz durch eine Reihe sehr schöner und überzeugender Versuche in seiner Arbeit „Über sehr schnelle elektrische Schwingungen“ [45]) nachgewiesen.

Nachdem er so eine einfache Anordnung zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen, oder, wie man heute sagt, einen „Sender“ für schnelle elektrische Schwingungen gefunden hatte, baute er sich, wie man heute im Zeichen des Rundfunks sagen würde, einen „Empfänger“. Auch dieser war äußerst einfach, ein Drahtkreis, der bis auf eine kurze, durch eine Mikrometerschraube verstellbare und durch ein kleines Fernrohr zu beobachtende Funkenstrecke geschlossen war (Abb. 6). Bringt man diesen Empfänger in die Nähe des Senders und seiner elektrischen Schwingungen,

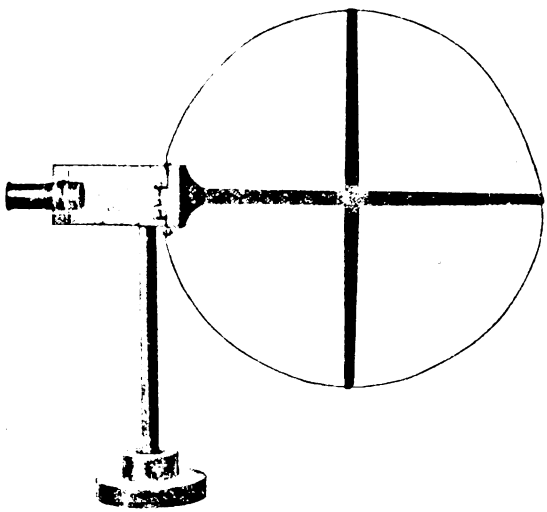


Abb. 6. Empfänger

so gehen an der Unterbrechungsstelle kleine Fünkchen über. Hertz zeigte, wie man mit einem solchen Empfänger die Richtung des elektrischen und magnetischen Feldes eines Senders bestimmen kann, und wandte ihn in seiner Arbeit „Über die Einwirkung einer geradlinigen elektrischen Schwingung auf eine benachbarte Strombahn“ [46]) an, um das elektromagnetische Feld seines Senders auszumessen. Für diesen Zweck war die Einfachheit seines Empfängers besonders günstig; die Empfindlichkeit desselben ist, wie ich mich beim Arbeiten mit ihm überzeugte,

[45]) H. S. 32. [46]) H. S. 87.

Digitized by Google

viel größer, als man wohl von vornherein erwartet. Die Ergebnisse dieser Arbeit bekamen ihre volle Bedeutung erst durch eine spätere theoretische Untersuchung von Hertz „Die Kräfte elektrischer Schwingungen, behandelt nach der Maxwellschen Theorie“ [47]), in der er das elektromagnetische Feld seines Senders auf Grund der Maxwellschen Theorie berechnete. Das Resultat dieser Rechnung ergab sich in voller Übereinstimmung mit dem Ergebnis seiner Messungen, während eine Berechnung auf Grund der alten Theorie zu einem qualitativ verschiedenen Resultat geführt haben würde. Das elektromagnetische Feld wird eben ganz anders, wenn zu dem magnetischen Feld des Stroms im Sender auch noch das induzierte hinzukommt. In dieser Übereinstimmung lag zwar eine indirekte, aber absolut zwingende Bestätigung der Maxwellschen Theorie und eine Widerlegung der alten Elektrodynamik.

Hertz benutzte seinen Sender und Empfänger auch noch, um die Richtigkeit einer anderen Forderung der Maxwellschen Theorie nachzuweisen. Ich hatte oben ausgeführt, daß es für das induzierte magnetische Feld einen Unterschied ausmacht, in welchem Material das elektrische Feld, durch dessen Änderung es entsteht, verläuft und daß dafür die Dielektrizitätskonstante dieses Materials maßgebend ist. Es ist danach bei solchen Anordnungen, bei denen das induzierte magnetische Feld zur Wirkung kommt, wie es z. B. in nicht zu kleinen Entfernungen vom Hertzschen Sender der Fall war, eine Änderung des induzierten magnetischen Feldes zu erwarten, wenn man in den Raum Körper hereinbringt, deren Dielektrizitätskonstante von derjenigen der Luft verschieden ist, und zwar auch dann, wenn diese Körper gegen die magnetischen Felder von Magneten oder von elektrischen Strömen sich genau wie Luft verhalten. Nach solchen Wirkungen hatte man schon lange gesucht; die Berliner Akademie hatte 1879 den Nachweis derartiger Erscheinungen als Preisaufgabe gestellt. Hertz konnte sie mit seinem Sender und Empfänger ohne weiteres nachweisen, indem er zwischen sie große Blöcke von Asphalt, Pech, Papier, Schwefel und Paraffin brachte.

Eine weitere Konsequenz der Maxwellschen Theorie ist die, daß elektromagnetische Wellen, die sich längs Drähten oder in der freien Luft ausbreiten, eine endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben müssen, ähnlich, wie wir das von den Schallwellen oder auch von den Lichtwellen längst wissen. Und zwar verlangt die Maxwellsche Theorie, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit für Wellen längs Drähten in Luft dieselbe sei, wie für Wellen im freien Luftraum und in beiden Fällen gleich der Lichtgeschwindigkeit in Luft. Vor Hertz war das aber wirklich nur Theorie. Man konnte zwar auf dem Papier mit elektrischen Wellen rechnen, aber man hatte kein Mittel, sie herzustellen [48]). Hertz hat solche Wellen, wie er in seiner Arbeit „Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektrodynamischer Wirkungen“ [49]) beschreibt, tatsächlich her-

[47]) II, S. 147. [48]) Vgl. aber S. 30. [49]) II, S. 115.

Digitized by Google

gestellt, und zwar sowohl längs Drähten als im Luftraum. Seine Anordnung war diejenige von Abb. 7. Der Sender AA bestand, ganz ähnlich wie der früher benutzte, aus einem in der Mitte unterbrochenen Draht mit zwei Platten an den Enden. Der einen Platte A gegenüber stand eine zweite Platte P, an die ein langer Draht angeschlossen war. Hertz konnte zeigen, daß bei dieser Anordnung sowohl längs des Drahtes, als auch direkt vom Sender aus in den Luftraum elektromagnetische Wellen sich ausbreiteten, und mindestens eine dieser Wellenarten endliche Geschwindigkeit hatte [50]).

Einen besonders schönen und überzeugenden Beweis für die endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen im Luftraum enthält die folgende Arbeit „Über elektrodynamische Wellen im Luftraum und deren Reflexion" (II, S. 133). An der Wand seines Hörsaals hatte er ein Zink-

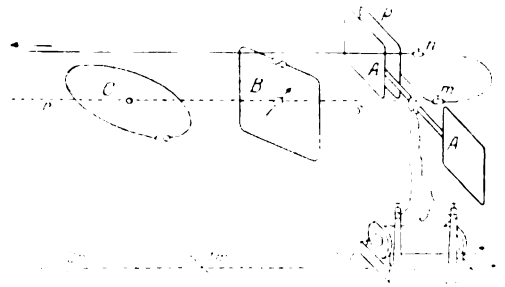


Abb. 7. Fortpflanzung von Wellen entlang von Drähten im Luftraum

blech von 4 m Höhe und 2 m Breite und ihm gegenüber in etwa 13 m Abstand seinen Sender aufgestellt. Die von dem Sender ausgehenden Wellen wurden dann an der Blechwand wie an einem Spiegel reflektiert und lieferten bei der Rückkehr vom Schirm mit den vom Sender direkt kommenden Wellen die aus der Akustik bekannte Erscheinung der stehenden Wellen, d. h. man erhält in regelmäßigen Abständen aufeinanderfolgende Maxima und Minima — Bäuche und Knoten, wie man sagt — der Intensität, z. B. des elektrischen oder auch des magnetischen Feldes der Wellen. Diese Erscheinungen bewiesen auf alle Fälle das Vorhandensein von Wellen, die mit endlicher Geschwindigkeit fortschreiten und an dem Schirm reflektiert werden. Sie bildeten also insofern eine qualitative Bestätigung der Folgerung, zu der die Maxwellsche Theorie

[50]) Er ist in späteren Arbeiten auf Wellen längs Drähten zurückgekommen, im zweiten Teil der schon erwähnten Veröffentlichung über „Die Kräfte elektrischer Schwingungen, behandelt nach der Maxwellschen Theorie" (II, S. 147), in der Arbeit „Über die Fortleitung elektrischer Wellen durch Drähte" (II, S. 171) und „Über die mechanischen Wirkungen elektrischer Drahtwellen" (II, S. 196). In der zweiten Arbeit kam es ihm besonders darauf an, nachzuweisen, daß die Drahtwellen, d. h. ihr elektromagnetisches Feld und ihre Energie sich im Raum außerhalb der Drähte ausbreiten und nicht im Draht, daß also der Draht nur als Führung für die Wellen dient.

Digitized by Google

führt, und eine Widerlegung der alten Theorie, die eine endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit von irgendwelchen elektromagnetischen Wirkungen nicht kennt.

Aber gegen die quantitative Seite der Versuche in den beiden letztgenannten Arbeiten erhoben sich schwere Bedenken. Bei den Versuchen, bei denen Hertz gleichzeitig Wellen längs Drähten und im Luftraum hatte, fand er für die beiden eine erheblich verschiedene Geschwindigkeit, im Gegensatz zu der Maxwellschen Theorie, die merklich dieselbe Geschwindigkeit verlangt. Andere Forscher, insbesondere die Genfer Sarasin und de la Rive, die seine Versuche unter annähernd denselben Bedingungen wiederholten, fanden die gleiche Geschwindigkeit von beiden Wellen, Hertz nachher ebenfalls, als er mit schnelleren Schwingungen, d. h. kürzeren Wellenlängen, experimentierte.

Hertz hat in seiner Einleitung zum zweiten Band seiner gesammelten Werke diese ganze Frage ausführlich besprochen; seine Messungen waren augenscheinlich durch Eigenheiten seines immerhin beschränkten Raumes gestört worden. Ein zweiter Einwand kam ebenfalls von Sarasin und de la Rive. Sie hatten gefunden, daß bei den Versuchen mit den stehenden Wellen, von denen ich eben sprach, die Lage der Maxima und Minima, die nach der Auffassung von Hertz durch die Wellenlänge des Senders bestimmt sein mußte, ganz verschieden ausfiel je nach dem Empfänger, den man verwandte. Diese Erscheinung, die man damals multiple Resonanz nannte, stellte die Beweiskraft dieser Hertzschen Versuche vollkommen in Frage und konnte auch das Vertrauen in die Deutung, die er seinen früheren Versuchen gegeben hatte, erschüttern. Der Grund für diese Erscheinung ist sehr bald und ungefähr gleichzeitig von Poincaré und V. Bjerknes, einem sehr bekannten Schüler von Hertz, aufgeklärt worden. Immerhin führten die beiden erwähnten Schwierigkeiten dazu, daß eine Zeitlang ein gewisses Mißtrauen gegen die ganze Hertzsche Arbeit bestand [51]).

Man kann sich allerdings schwer vorstellen, daß diese allgemeinen Bedenken noch anhielten, als seine Versuche „Über Strahlen elektrischer Kraft“ [52]) bekannt wurden. Hertz hatte mit dem kleinen Sender gearbeitet, der in Abb. 8 abgebildet ist. Er geht aus dem früheren Sender, Abb. 5, dadurch hervor, daß die Kugeln an den beiden Seiten weggelassen sind und der Draht erheblich verkürzt, aber viel dicker ist. Dieser Sender gab sehr viel schnellere Schwingungen, oder was auf dasselbe hinauskommt, sehr viel kürzere Wellen, als der frühere. Der benutzte Empfänger, Abb. 9, sieht seinem früheren Sender sehr ähnlich: ein Draht in der Mitte unterbrochen und zwischen den beiden Teilen eine fein regulierbare Funkenstrecke; die Länge der Funken, die an dieser Funkenstrecke

[51]) V. Bjerknes: „Untersuchungen über elektrische Resonanz“. Leipzig, J. A. Barth 1923. Einleitung S. XV u. ff.

[52]) II, S. 184.

Digitized by Google

beobachtet werden, gibt ein gewisses Maß für die Stärke der im Empfänger vorhandenen Schwingungen.

Da Hertz schon bei seinen früheren Versuchen [53]) gesehen hatte, daß die elektrischen Wellen durch Metallflächen gespiegelt werden, so stellte er sich zwei große Zylinderspiegel mit parabolischem Querschnitt her und brachte in die Brennlinie des einen Spiegels seinen Sender (vgl. Abb. 10), in die Brennlinie des anderen seinen Empfänger. Der Vorteil, den er damit beim Sender erreichte, war der, daß die von ihm ausgesandten Wellen, ähnlich wie die Lichtstrahlen bei einem Scheinwerfer, nur in

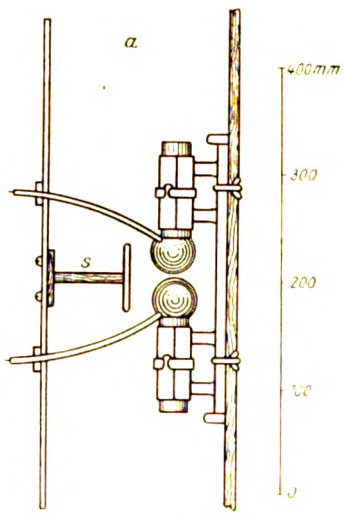


Abb. 8
Kleiner Sender für Spiegelversuche

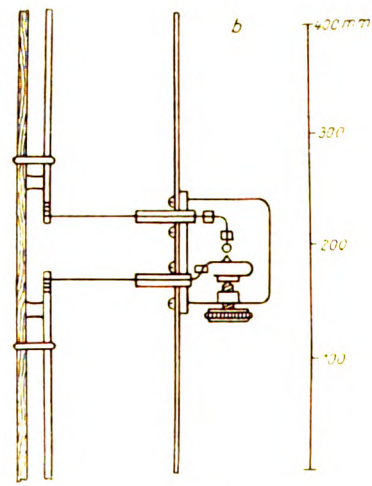


Abb. 9
Kleiner Empfänger für Spiegelversuche

eine bestimmte Richtung gelangen, beim Empfang, daß die auf den ganzen Spiegel auffallenden Wellen auf den eigentlichen Empfänger, Abb. 9, konzentriert werden. Auf diese Weise erhält man viel stärkere Wirkungen, als wenn einfach Sender und Empfänger frei im Raume stehen. Wegen dieser Spiegel gehen die Versuche, von denen jetzt die Rede sein soll, vielfach unter dem Namen „Hertzsche Spiegelversuche". Hertz zeigte nun, daß die Wellen, die von seinem Sender ausgesandt wurden, alle Eigenschaften hatten, die man bei Lichtwellen kennt: Polarisation, geradlinige Ausbreitung, Reflexion und Brechung. Da bei derartigen Versuchen die Dimensionen der verwandten Apparate groß sein müssen gegen die Wellenlänge der Wellen, so war er gezwungen, zu den Ver-

[53]) S. 19

Digitized by Google

suchen über die Brechung ein Prisma von 1½ Höhe und 1,2 m Schenkellänge zu verwenden; es war aus Hartpech und wog etwa 12 Zentner. Mit diesem Prisma konnte Hertz nicht nur qualitativ nachweisen, daß eine Brechung der Wellen vorhanden war, ähnlich wie eine Brechung der Lichtwellen durch ein Glasprisma; seine Messungen ergaben auch, daß der Brechungsexponent jedenfalls sehr annähernd derjenige war, der nach der Maxwellschen Theorie aus der Dielektrizitätskonstante des Materials folgte. Diese Versuche erregten ungeheures Aufsehen, sie waren die Krönung seines Werkes mit elektrischen Wellen.

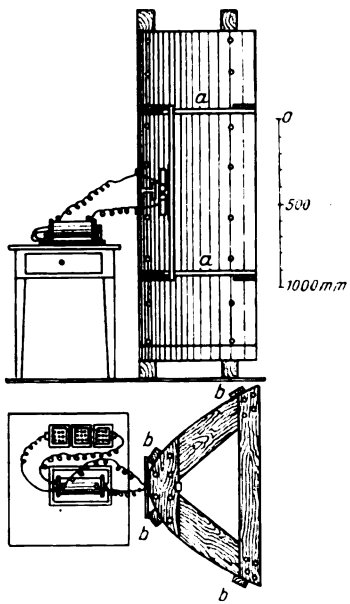


Abb. 10. Anordnung der Spiegelversuche

Ich möchte diese Arbeiten nicht verlassen ohne eine Bemerkung über ihre allgemeine Bedeutung. Bei meiner Besprechung dieser Arbeiten mag wohl der Eindruck entstanden sein, daß ihr Zweck eigentlich der war, zwischen der alten und der Maxwellschen Theorie zu entscheiden. Das entspricht auch der Darstellung von Hertz. Die Versuche haben eine Entscheidung herbeigeführt und zwar zugunsten der Maxwellschen Theorie. Die Maxwellsche Theorie war von jetzt an die Theorie der elektromagnetischen Erscheinungen. Da das Verständnis dieser Theorie durch die nicht einfache und zum Teil schwankende Darstellung von Maxwell sehr erschwert war [54]), so hat Hertz, ähnlich wie schon Heaviside, das, was für ihn der Hauptinhalt der Maxwellschen Theorie war, in seiner Arbeit „Über die Gleichungen der Elektrodynamik für ruhende Körper“ [55]) auf eine verhältnismäßig einfache und klare Form gebracht, eine Form, die abgesehen vom mathematischen Ausdruck heute die allgemein übliche ist. In einer zweiten Arbeit [56]) hat er die Theorie auch noch auf den Fall bewegter Körper ausgedehnt.

Die Bestätigung der Maxwellschen Theorie bedeutet auch die Bestätigung ihrer Grundauffassung, der Auffassung, daß es keine elektrischen oder magnetischen Fernkräfte gibt, die im selben Moment im ganzen Raum vorhanden sind, in dem die Kraft an irgend einer Stelle ausgeübt wird, daß vielmehr alle elektromagnetischen Wirkungen sich

[54]) Vgl. II, S. 22.
[55]) II, S. 208.
[56]) Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper II, S. 250.

Digitized by Google

mit endlicher Geschwindigkeit durch den Raum ausbreiten[57]). Die momentan wirkenden Fernkräfte, gegen die sich ja auch unsere Vorstellung sträubt, waren durch die Hertzschen Versuche endgültig aus der Elektrodynamik verbannt.

Ferner belebten die Hertzschen Versuche die wichtigste Konsequenz der Maxwellschen Theorie, die, daß die elektromagnetischen Wellen alle die bekannten Eigenschaften der Lichtwellen haben und daß ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit gleich derjenigen des Lichts in demselben Medium ist. Diese Tatsache legte die Auffassung nahe, daß die Lichtwellen nichts anderes sind, als elektromagnetische Wellen von sehr hoher Schwingungszahl, eine Auffassung, die man als die elektromagnetische Lichttheorie bezeichnet. Sie hatte durch die Versuche von Hertz eine wichtige Stütze erhalten; ihr widmete Hertz den erwähnten Vortrag, den er bei der Naturforscher-Versammlung in Heidelberg mit dem Titel „Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität“[58]) hielt.

Und endlich, oder ich möchte lieber sagen, in erster Linie hat Hertz durch seine Anordnungen gezeigt, wie man elektrische Schwingungen von sehr hoher Schwingungszahl und wie man elektrische Wellen herstellen kann. Damit hat Hertz der physikalischen Wissenschaft ein ganz neues Gebiet eröffnet und die Grundlagen für eine neue Technik, die drahtlose Telegraphie, gegeben, die man im Englischen vielfach als „Hertzian wave telegraphy“ bezeichnet und deren Entwicklung alles das weit übertroffen hat, was andere Zweige der Technik aufzuweisen haben.

Als wertvolles Nebenprodukt lieferten die Arbeiten von Hertz mit elektrischen Schwingungen eine wichtige Entdeckung. Er beobachtete, daß an einer Funkenstrecke die Funken viel früher einsetzten, wenn dieselbe durch das ultraviolette Licht einer zweiten Funkenstrecke beleuchtet wurde, als wenn eine solche Beleuchtung nicht vorhanden war. Damit ist Hertz der Entdecker des lichtelektrischen Effektes geworden, der eine äußerst überraschende Beziehung zwischen Licht und elektrischen Erscheinungen darstellt. Es ist ein eigentümliches Schicksal, daß dieser lichtelektrische Effekt heute für die Dynamik der elektrischen und optischen Elementarvorgänge ebenso wichtig geworden ist, wie es die Hertzschen Versuche mit elektrischen Wellen für die makroskopische Elektrodynamik waren.

Es würde jetzt meine Aufgabe sein, das letzte Werk von Hertz, seine „Prinzipien der Mechanik“ zu erörtern. Ich sollte es um so mehr tun, als ja dieses Werk in ganz besonderem Maße mit seinem Bonner

---

[57]) Nach der alten Theorie sollte z. B. das magnetische Feld eines Stromkreises in demselben Augenblick im ganzen Raum — wenn auch in großer Entfernung vom Stromkreis mit geringer Stärke — auftreten, in dem man den Strom im Stromkreis schließt. Nach der Maxwellschen Theorie wandert nach Stromschluß das magnetische Feld mit endlicher Geschwindigkeit nach allen Richtungen in den Raum hinaus.

[58]) I. S. 339.

Digitized by Google

Aufenthalt verknüpft ist. Aber das Werk und die in ihm behandelten Probleme eignen sich durchaus nicht für einen allgemeinen Vortrag. Ich will aber wenigstens den Versuch machen, eine ungefähre Vorstellung von dem zu geben, was Hertz in diesem Buche wollte. Bei der gewöhnlichen Darstellung der Mechanik operiert man mit vier Begriffen: Zeit, Raum, Masse und außerdem Kraft. Man denkt sich die Kräfte gegeben und fragt sich, wie ändern im Verlauf der Zeit die Massen ihre Lage im Raum, d. h. wie bewegen sich die Massen unter dem Einfluß dieser Kräfte. Jeder, der eine Vorlesung über Mechanik gehalten hat, hat aber sicher gefühlt, daß man bei dieser Methode auf Schwierigkeiten logischer Art stößt. Ich brauche nur an den Begriff der Kraft selbst zu erinnern. Man definiert meist die Kraft als die Ursache der Bewegung, spricht aber nachher ganz ruhig auch von Kräften, wenn keine Bewegung eintritt. Wenn ein Stück Eisen, um ein Beispiel von Hertz zu benutzen, auf einer Tischplatte liegt, so scheut man sich nicht zu sagen, daß auf dieses die Schwerkraft nach unten, eine von der Tischplatte herrührende Kraft nach oben und daß im Innern noch Atomkräfte wirken: alles das, obwohl von irgendeiner Bewegung nichts zu bemerken ist. Was Hertz vorschwebte, war eine Darstellung der Mechanik, die frei von Unklarheiten, logisch unanfechtbar und dabei einfach sein sollte. So hat Hertz den Begriff der Kraft aus den Grundvorstellungen entfernt: sie tritt bei ihm nur als eine klar definierte Hilfsgröße auf. Seine ganze Darstellung gründet sich auf die drei Grundbegriffe: Raum, Zeit und Masse und ein Axiom oder Grundgesetz, das lautet: „Jedes freie System beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung in einer geradesten Bahn." Aus diesem Grundgesetz kann Hertz tatsächlich alle bekannten Beziehungen der Mechanik ableiten. Das sieht ungemein einfach aus. Aber, was er unter seiner „geradesten Bahn" versteht, ist nichts weniger als einfach, sondern ein sehr komplizierter Begriff. Ich kann nicht daran denken, hier zu entwickeln, was damit gemeint ist. Bemerken möchte ich aber, daß schon die „Verrückung" eines Systems, unter der man bei einem bewegten Punkt einfach die Strecke versteht, die er zurücklegt, von Hertz eingeführt wird durch die Definition: „Größe der Verrückung eines Systems heißt der quadratische Mittelwert aus der Größe der Verrückungen seiner sämtlichen Massenteilchen" [59]). Die Einfachheit ist also nur eine scheinbare.

Auffallen mag vielleicht, daß in dem Grundgesetz nur von freien Systemen die Rede ist, während man sich in der Mechanik gerade für den Fall interessiert, daß ein System sich unter dem Einfluß von Kräften bewegt, d. h. also nicht frei ist. Dazu ist folgendes zu sagen: In dem Fall, daß z. B. zwei Systeme infolge von irgendwelchen Verbindungen Kräfte aufeinander ausüben, aber sonst nicht von einem dritten System beeinflußt sind, faßt Hertz die beiden Systeme als ein freies System

[59]) III, S. 62.

Digitized by Google

auf, das aus den beiden, für sich natürlich nicht freien Teilsystemen besteht. Die Kräfte, die zwischen ihnen wirken, ersetzt Hertz durch Beziehungen, die zwischen den Bewegungen dieser beiden Teile des freien Systems bestehen. Der Fall von Fernkräften scheidet aus der Hertzschen Mechanik vollkommen aus.

Es ist wohl kein Zweifel, daß die Hertzsche Darstellung der Mechanik klar und vom logischen Standpunkt durchaus unanfechtbar ist. Aber sie ist auch in ihrer Allgemeinheit — Hertz geht nicht von Massenpunkten, sondern gleich von ganzen Systemen aus — außerordentlich abstrakt und unanschaulich, wobei das Verständnis durch das Fehlen von Beispielen noch besonders erschwert ist. Man kann sich fragen, ob der komplizierte mathematische Apparat, mit dem Hertz natürlich doch nur auf die bekannten, durch die Erfahrung bestätigten Gesetze der Mechanik kommen konnte, gerechtfertigt ist. Die bisherige Entwicklung der Physik hat diese Frage verneint. Aber wer weiß, ob der Gedankengang von Hertz sich nicht doch in der Zukunft wertvoll erweisen wird? Über die Entwicklung der Naturwissenschaften darf man nicht prophezeien.

III.

Hertz als Forscher und Mensch soll der Inhalt des letzten Teils meiner Ausführungen sein.

Ich hatte beim Lebensgang von Hertz betont, daß er schon als Schüler von einer ungewöhnlichen Vielseitigkeit war, nicht nur ausgezeichnet in allen mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächern — das wird man ja bei einem späteren Physiker von vornherein erwarten —, sondern auch in Sprachen, von denen er außer den in den Schulen gelehrten auch noch Arabisch trieb. Auch später hat er jede Gelegenheit benutzt, um sich im Umgang mit Ausländern in der Beherrschung der modernen Sprachen zu üben. Dazu kam die Beschäftigung mit Zeichnen, Modellieren und allen möglichen Handfertigkeiten, Mechanikerarbeit, Drechseln usw. Erstaunlich ist auch, mit was allem Hertz sich nachher als Student beschäftigt hat, Chemie, Physiologie, Volkswirtschaft, Kants Kritik der reinen Vernunft, Darwinismus, Botanik, Zoologie, Mineralogie, Geschichte der Mathematik, Platons πολιτεια, David Friedrich Strauß: Der alte und der neue Glaube. Ich betone das absichtlich. Mich nimmt nichts so sehr gegen einen Studierenden ein, als wenn er mich fragt: „Brauche ich das für das Examen?"

Diese persönliche Vielseitigkeit von Hertz beherrschte auch seine Tätigkeit als Forscher. Hertz war nicht nur, wie Edison es ausdrückte, als er mit ihm in Heidelberg zusammentraf, „the man, who made the experiments about vibrations and sparks." Er war nicht nur ein Schwingungs- und Funkenspezialist und er wäre es auch nicht gewesen, wenn er seine „Prinzipien der Mechanik" nicht geschrieben hätte. Der erste Band seiner gesammelten Abhandlungen gibt ein überzeugendes

Digitized by Google

Bild davon, für wie viele Gebiete der Physik Hertz Interesse gehabt hat. Er enthält, wie schon erwähnt, Arbeiten über die kinetische Energie bewegter Elektrizität, über die Induktion in rotierenden Kugeln, dann über elastische Fragen und die Härte, über wichtige Punkte bei dem Verdunsten von Flüssigkeiten, über die Glimmentladung, über Kathodenstrahlen, theoretische Untersuchungen über das Verhältnis der Maxwellschen zur alten elektrodynamischen Theorie. Daß er sich auch um Grenzgebiete der Physik, wie Geophysik und Meteorologie, gekümmert hat, geht aus seinen Arbeiten „Über die kontinuierlichen Ströme, welche die fluterregende Wirkung der Gestirne im Meere veranlassen muß“ [60]) und „Zur Bestimmung der adiabatischen Zustandsänderungen feuchter Luft“ [61]) hervor.

Als Physiker war er in erster Linie ein vorzüglicher Experimentator mit Lust und Liebe zum Experimentieren; er fühlte sich unglücklich, wenn er, wie in Kiel, keine Gelegenheit zum Experimentieren hatte oder wenn, wie zum Teil in Bonn, seine Versuche nicht gehen wollten. Seine experimentellen Anordnungen sind nicht nur außerordentlich geschickt, sondern auch von einer geradezu verblüffenden Einfachheit, die ich immer wieder, wenn ich im Deutschen Museum seine Original-Apparate sehe, bewundere. Ich erinnere nur an seine außerordentlich einfachen Meßapparate, sein Hitzdraht-Spiegelinstrument, seine Empfänger für elektrische Wellen, seine hübschen Apparate, um die elektrische und magnetische Wirkung von Drahtwellen zu messen. In dieser Beziehung ist sicher von größtem Einfluß gewesen, daß Hertz in seiner Jugend viel Handfertigkeiten trieb. Ich meine das nicht nur deshalb, weil er viele seiner Apparate eigenhändig angefertigt hat, sondern auch deshalb, weil er dadurch einen Blick dafür bekommen hatte, wie man mit möglichst einfachen Mitteln seinen Zweck erreicht. Es kann unter diesen Umständen nicht wundernehmen, wenn die Versuche von Hertz seinen Institutsetat nicht übermäßig belasteten. Aber wenn er in einem Briefe schreibt, die Kassen seines Instituts in Karlsruhe seien noch „wohlgefüllt“ [62]), so kommt das denn doch heute jedem Vorstand eines Instituts, das nicht direkt vom Reich finanziert ist, vor wie ein Märchen aus uralten Zeiten.

Besonders interessant ist auch seine Arbeitsmethode. Ich lasse darüber seinen ausgezeichneten Schüler V. Bjerknes sprechen, der nicht lange, nachdem er in das Laboratorium von Hertz nach Bonn gekommen war, seinem Vater folgendes schrieb [63]): „Fünf Wochen habe ich jetzt im Laboratorium gearbeitet, so daß ich anfangen kann, mir eine Meinung zu bilden. Ich preise mich glücklich, daß ich nicht in einem Musterlaboratorium sitze, um nach der 5. Dezimale irgendeiner interessanten Konstanten zu suchen, nach den besten Vorschriften wissenschaftlicher Pedanterie . . . . . Hier herrschen andere Regeln: direkt auf die Hauptsache los, keinen Zeitverlust an den Nebensachen, ehe nicht

[60]) I, S. 223. [61]) I, S. 320. [62]) Er. S. 179.
[63]) V. Bjerknes l. c. Einleitung S. X.

Digitized by Google

die Hauptsache in Ordnung ist. Ist erst der Weg gefunden, so können nachher die quantitativen Physiker alles in ihrer Weise wiederholen."

Geradezu ein Genuß für den Physiker sind die feinen Überlegungen in den experimentellen Arbeiten von Hertz, auf Grund deren er dann mit den einfachsten Versuchen der Hauptfrage, und zwar womöglich von verschiedenen Seiten her zu Leibe ging. Als Beispiel will ich nur eines erwähnen. Bei der Frage nach dem Durchgang der Kathodenstrahlen durch sehr dünne Metallschichten hing die ganze Beweiskraft der Versuche davon ab, ob die Metallschichten nicht etwa kleine, mit dem Mikroskop nicht mehr erkennbare Löcher hatten, die die Kathodenstrahlen hindurchlassen; direkt nachzuweisen, daß keine Löcher vorhanden waren, würde ganz außerordentlich schwierig gewesen sein. Hertz machte nun folgendes: Er legte einfach zwei solche dünne Metallschichten unmittelbar aufeinander und zeigte, daß die Kathodenstrahlen auch dann noch hindurchgingen. Nun wird man vielleicht denken: dadurch ist doch nichts gewonnen; wenn jedes einzelne der Metallschichten Löcher hat, so haben auch beide zusammen Löcher und die Kathodenstrahlen können nach wie vor durch dieselben hindurch. Diese Überlegung scheint einleuchtend, ist aber falsch. Das zeigt folgender Versuch. Macht man in einen Bogen Briefpapier mit einer Nähnadel ganz willkürlich eine größere Anzahl, z. B. ungefähr 100 Stiche und hält ihn gegen das Licht, so wird das Licht überall durch die Löcher hindurchkommen. Wiederholt man das Verfahren bei einem zweiten Briefbogen, so ergibt sich natürlich dasselbe. Legt man nun aber die beiden Briefbogen aufeinander und hält sie zusammen gegen das Licht, so wird man sicherlich nirgends Licht hindurchsehen. Denn die Bedingung, daß das Licht durch die beiden Briefbogen hintereinander hindurchkommt, ist die, daß ein Loch in dem einen Bogen genau an der entsprechenden Stelle eines Loches am anderen Bogen liegt. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist aber so gering, daß der Fall nur ganz ausnahmsweise einmal eintreten wird. Was aber für die Briefbogen und das Licht gilt, gilt auch genau für die Metallschichten und die Kathodenstrahlen.

Daß Hertz nicht nur ein ausgezeichneter Experimentator war, sondern auch ein ganz vorzüglicher Theoretiker, ging schon aus der Besprechung seiner Arbeiten hervor; er ist zweifellos einer der besten Theoretiker seiner Zeit gewesen. Er war aber trotz seiner ungewöhnlichen Beherrschung der mathematischen Methoden kein Rechner, der die physikalischen Probleme nur als Vorwand für alle möglichen, mehr oder weniger nötigen Rechnungen benutzte. Er war auch kein Theoretiker, der die Theorie um ihrer selbst willen betrieb; für ihn war die Theorie der klarste und kürzeste Ausdruck der experimentell gewonnenen physikalischen Erfahrung. Er betrachtete theoretische und experimentelle Arbeit als zwei verschiedene Seiten derselben Sache. Daß ein Mann beide beherrschte, war schon damals nicht häufig. Heute ist es ganz selten; die

Digitized by Google

beiden Richtungen der physikalischen Forschung sind zum Teil so verschiedene Wege gegangen, daß sich die beiden Lager manchmal kaum mehr verstehen. Bei Hertz hat die Vereinigung von Experiment und Theorie ausgezeichnete Früchte getragen, sowohl für seine experimentellen als für seine theoretischen Arbeiten. Ganz abgesehen davon, daß die Anregung zu seinen experimentellen Arbeiten über die elektrischen Schwingungen ja von der Theorie ausging, sieht man überall an der Klarheit der Fragestellung, an der Diskussion der Ergebnisse, an der Abschätzung der zu erwartenden Größen den Theoretiker. Und in seinen theoretischen Arbeiten[64]) fühlt man den Experimentator, dem es nicht darauf ankommt, irgendeinen mathematischen Ausdruck als Lösung der Frage zu produzieren, sondern der zu einem greifbaren physikalischen Resultat gelangen will, das zum Vergleich der experimentellen Ergebnisse herangezogen oder als Führung für weitere physikalische Versuche dienen kann. In dieser Beziehung ist interessant ein Vergleich der Arbeit von Hertz über das elektromagnetische Feld seines Senders[65]) und der entsprechenden Arbeit des ausgezeichneten Theoretikers M. Abraham[66]) über das elektromagnetische Feld des sogenannten linearen Senders, d. h. einfach eines Drahtes ohne Kugeln oder ähnliche Kapazitäten an den Enden (vgl. S. 16). Hertz hat nach den mathematischen Formeln, die er abgeleitet hatte, die elektromagnetischen Kraftlinien des Feldes für vier Momente (Phasen) der Schwingungsperiode gezeichnet (Abb. 11). Ein Blick auf die übersichtlichen Figuren zeigt jedem, wie das Feld aussieht und wie es sich während einer Periode verändert; diese Zeichnungen sind ungefähr in jedem Buch wiedergegeben, das von elektrischen Schwingungen handelt. Abraham hat sein Problem in elliptisch-hyperbolischen Koordinaten behandelt, und sein Resultat waren Gleichungen in diesen Koordinaten; er hat sich damit begnügt. Das Problem war für den Theoretiker gelöst, obwohl nach seinem Resultat weder er selbst, noch irgend jemand anders unmittelbar sagen konnte, wie die Kraftlinien des Feldes tatsächlich verlaufen. Abraham war eben nur Theoretiker.

Die Darstellung in den Veröffentlichungen von Hertz und auch in dem Vortrag, den er bei der Naturforscher-Versammlung in Heidelberg hielt, ist besonders sympathisch. Dieser Vortrag und auch fast alle Arbeiten sind vor allem kurz; nur seine Doktorarbeit macht eine Ausnahme: „Er hatte sich," wie Lenard dazu bemerkt, „offenbar dem bei Doktordissertationen Gebräuchlichen angeschlossen." Seine Sprache ist immer einfach; die Vorstellung mancher moderner Schriftsteller, daß eine recht geschraubte ungewöhnliche Ausdrucksweise eine hohe intellektuelle Leistung kennzeichne, teilte er augenscheinlich nicht. Immer sind die Hauptpunkte und die einzelnen Fragen klar hervorgehoben und die Beschreibung seiner Versuche und Ergebnisse ist so anschaulich, wie man

[64]) „Die Prinzipien der Mechanik" müssen hier überall ausgenommen werden.
[65]) Vgl. S. 17.
[66]) M. Abraham, Wied. Ann. 66, 435 ff. 1898.

Digitized by Google

es nicht oft bei Wissenschaftlern findet. Ich meine damit nicht nur, daß Hertz seine Anordnungen und Ergebnisse meist durch gute Figuren illustrierte[67]), ich meine damit auch seine plastische Art der Beschreibung. Zweifellos steht diese Eigenschaft im Zusammenhang mit seiner Liebe für das Zeichnen und seiner Übung im Zeichnen. Der Unterricht im Zeichnen bedeutet ja durchaus nicht nur die Entwicklung einer manuellen Geschicklichkeit, sondern eine Erziehung der Anschauung. Ich bedauere es lebhaft, daß das Humanistische Gymnasium, das ich wegen

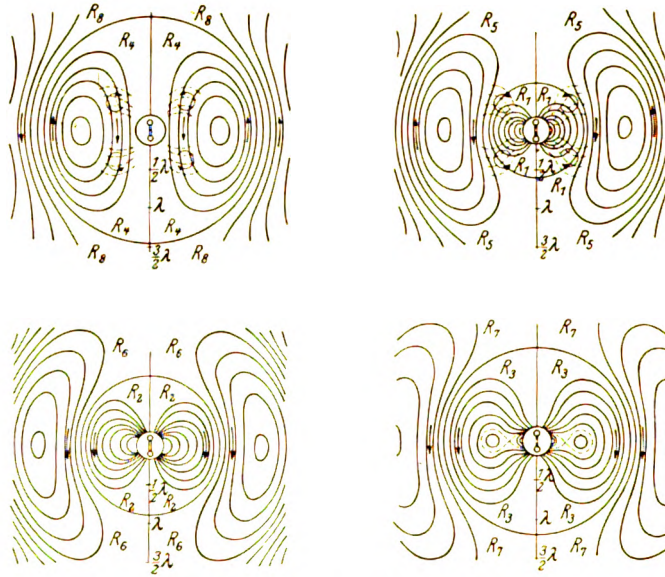


Abb. 11. Elektrisches Feld des Senders

der vorzüglichen Schulung des Denkvermögens und der Vermittlung allgemeiner Bildung gerade als Vorbereitung für Studierende der Natur- und technischen Wissenschaften sehr hoch schätze, das Zeichnen und damit die Ausbildung der Anschauung vernachlässigt. Es haben eben leider nicht alle Schüler die Energie, neben den Schulstunden noch Zeichenstunden zu besuchen, wie Hertz es tat.

Daß ein Mann von der Vielseitigkeit und Anschaulichkeit wie Hertz ein guter Lehrer war, wird man von vornherein annehmen. Bjerknes bezeugt es ausdrücklich. Er sagt[68]): „Ich hörte nur ganz gelegentlich eine Vorlesung, habe aber immer in Erinnerung behalten die anregende Darstellung und den feinen Humor, die das Interesse der Zuhörer wach

[67]) Vgl. z. B. die Figuren in seiner Doktor-Arbeit.
[68]) V. Bjerknes, l. c. Einleitung S. XII.

Digitized by Google

erhielten." Er schreibt ferner[69]) über die Erziehungsmethode, die Hertz für reifere Studierende hatte, folgendes: „Im zweiten der beiden Semester, die ich in Bonn zubrachte, fing er an, Kolloquien über spezielle Themata oder über neuere physikalische Arbeiten abzuhalten. Diese Kolloquien leitete er nach demselben Prinzip der äußersten Ökonomie der Zeit und Denkarbeit. Wer über eine Arbeit zu berichten hatte, sollte zweierlei geben: den leitenden Gedanken und das Resultat. Das konnte man auffassen und behalten, dagegen nicht lange Entwickelungen besonders mathematischer Art. Bei solchen durfte nur der Gedankengang der Rechnung und die resultierende Formel gegeben werden. Eine auf der schwarzen Tafel geführte Rechnung geht gewöhnlich, so behauptete er, an den Zuhörern vorbei, entweder weil sie ganz banal ist, oder weil man in der kurzen Zeitspanne eines Vortrages doch nicht alle logisch unentbehrlichen Einzelheiten einer längeren Gedankenreihe wirklich durchdenken kann. Anders zu glauben wäre eine Geringschätzung ernster Arbeit." Man sollte von dieser Stelle ein Diapositiv anfertigen und es auch heute noch vor jedem Kolloquium auf den Schirm projizieren.

Über die Persönlichkeit von Hertz hat Hermann von Helmholtz, an dem Hertz während seines ganzen Lebens mit großer Verehrung hing und der seinerseits Hertz außerordentlich schätzte[70]), in seiner Einleitung zu den Prinzipien der Mechanik von Hertz folgendes Urteil gefällt: „Heinrich Hertz hat sich durch seine Entdeckungen einen bleibenden Ruhm in der Wissenschaft gesichert. Sein Andenken wird aber nicht nur durch seine Arbeiten fortleben, auch seine liebenswürdigen Charaktereigenschaften, seine sich immer gleichbleibende Bescheidenheit, die freudige Anerkennung fremden Verdienstes, die treue Dankbarkeit, die er seinen Lehrern bewahrte, wird allen, die ihn kannten, unvergeßlich sein. Ihm selbst war es nur um die Wahrheit zu tun, die er mit äußerstem Ernst und mit aller Anstrengung verfolgte; nie machte sich die geringste Spur von Ruhmsucht oder persönlichem Interesse bei ihm geltend. Auch da, wo er einiges Recht gehabt hätte, Entdeckungen für sich in Anspruch zu nehmen, war er eher geneigt, stillschweigend zurückzutreten. Im ganzen still und schweigsam, konnte er doch heiter an fröhlichem Freundeskreis teilnehmen und die Unterhaltung durch manches treffende Wort beleben. Er hat wohl nie einen persönlichen Gegner gehabt, obgleich er gelegentlich über nachlässig gemachte oder renommistisch auftretende Bestrebungen, die sich für Wissenschaft ausgaben, ein scharfes Urteil fällen konnte." Als Beispiel für die freudige Anerkennung fremder Verdienste weise ich hin auf die freundlichen Worte, mit denen er in der Einleitung zum zweiten Band seiner Abhandlungen an die früheren Arbeiten der englischen Physiker

[69]) l. c. S. XIII.

[70]) Er schrieb nach dem Tode von Hertz an Prof. Lipschitz in Bonn: „Bei der Berufung eines Nachfolgers für Hertz ist freilich nicht darin zu denken, daß Sie jemand finden könnten, der diesen einzigen Mann ersetzen könnte." (Er S. 263.)

Digitized by Google

O. Lodge und Fitzgerald über elektrische Schwingungen erinnert, besonders aber auf die Art, wie er sich mit einer Arbeit von W. von Bezold abfand. In dieser hatte W. von Bezold schon im Jahre 1870 elektrische Wellen längs Drähten hergestellt und als solche erkannt; er hatte ihre endliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit und ihre Reflexion an den offenen Drahtenden nachgewiesen. Die Arbeit war vorher kaum bekanntgeworden und auch Hertz entgangen, sie zeigte aber klar, daß die Priorität in diesen Dingen W. von Bezold zukam. Hertz hat den in Betracht kommenden Teil dieser Arbeit zwischen seinen eigenen Arbeiten abgedruckt und dadurch erst recht zur Kenntnis der Fachgenossen gebracht. Das Verdienst von Hertz war freilich dadurch nicht geschmälert. Hertz hat seine Versuche zielbewußt weit über das hinausgeführt, was von Bezold gefunden hatte, während dieser die große Bedeutung seiner eigenen Versuche wohl kaum erkannt hatte; man würde es ja sonst schwer verstehen, warum er sie nicht weiterverfolgte.

Die vornehme Gesinnung von Hertz zeigte sich auch in der Art, wie er sich in der Einleitung zum zweiten Band über die Versuche der Genfer Physiker Sarasin und de la Rive äußert, deren Ergebnisse seinen eigenen Versuchen widersprachen und ihre Deutung durch Hertz in Frage stellten. Und über die scharfe und sachlich unberechtigte Kritik, der der bekannte, aber in diesen Fragen nicht orientierte Physiker Cornu die Hertzschen Arbeiten unterwarf, schrieb er in der Einleitung zum zweiten Band seiner Abhandlungen nur: „Eine scharfe Kritik ist aus Anlaß jener Versuche" — gemeint ist die multiple Resonanz — „von einem ausgezeichneten, übrigens diesen Versuchen fernstehenden französischen Gelehrten an meinen Arbeiten ausgeübt worden. Ich hoffe, man wird jetzt urteilen, daß für eine solche Kritik die Berechtigung fehlte."

Wenn es sich um die Persönlichkeit von Hertz handelt, darf eines nicht unerwähnt bleiben: sein Verhältnis zu seinen Eltern. Ich habe immer gefunden, daß über gewisse Seiten eines Mannes nichts einen besseren Aufschluß gibt, als sein Verhältnis zu den Eltern. Wenn man dieses Kriterium auf Hertz anwendet, so ist nur ein Urteil über ihn möglich. Aus den Briefen an seine Eltern tritt uns eine ganz rührende Dankbarkeit und Anhänglichkeit entgegen. Das Verhältnis zu seinem Vater, den er in allen möglichen Lebenslagen um seinen Rat bat, muß ein sehr freundschaftliches gewesen sein. Er schreibt z. B. an seine Mutter[71]): „Wenn Papa schreibt, es sei gerade kein Vergnügen, so viel Geld für seine Söhne auszugeben, dies Übel aber einmal gegeben, finde er die Kosten meines Aufenthalts nicht groß, so muß ich erwidern, daß es auch gerade kein Vergnügen ist, so viel Geld immerwährend annehmen zu müssen, dies Übel aber einmal gegeben, ist es wenigstens ein Glück und ein Trost,

[71]) Er. S. 87.

Digitized by Google

einen Vater zu haben, der die Ausgaben immer noch wenig findet." Hertz schrieb an seine Eltern nicht nur von seinem täglichen Leben, von seinen Sorgen, Freuden und Stimmungen. Er läßt sie auch immer Anteil nehmen an seinen Arbeiten in dem sicheren Vertrauen, daß sie daran auch wirklich Anteil nehmen. Es ist besonders anziehend zu lesen, wie er z. B. im Zusammenhang mit seiner Arbeit über die Verdunstung von Flüssigkeiten und mit Beziehung auf die Bemühungen seines Vaters, ein Zimmer der Wohnung im Winter zu befeuchten, seinen Eltern durch eine sehr nette, elementare Rechnung auseinander-

Abb. 12. Heinrich Hertz' Vater

setzt [72]), wieviel Wasser man im Winter einem Zimmer zuführen muß, damit die Luft in demselben ungefähr den Feuchtigkeitsgehalt bekommt, bei dem der menschliche Körper sich am behaglichsten fühlt. Im Anschluß an diese Auseinandersetzung schreibt er dann: „Dies ist eine etwas lange Vorlesung gewesen und der Brief wird mich in bedeutende Unkosten stürzen. Indessen was tut der Mensch nicht alles, um seine lieben Eltern und Geschwister vor dem gänzlichen Eintrocknen zu bewahren." Ähnlich erklärte er ihnen das paradoxe Resultat mit der elastischen Platte, die nicht schwimmt, wenn sie unbelastet ist, dagegen schwimmt, wenn man sie in der Mitte noch belastet, und seinem Vater seine lichtelektrischen Versuche [73]) und die Bedeutung von ultraviolettem Licht.

[72]) Er. S. 119 ff.
[73]) Vgl. S. 23.

Digitized by Google

Es muß ein ganz besonders schönes Verhältnis zwischen Hertz und seinen Eltern bestanden haben. Es war Hertz nicht vergönnt, für die Liebe, die er seinen Eltern entgegengebracht hat, als Dank des Schicksals die Liebe seiner erwachsenen Kinder zu erleben. Aber sie haben ihm über das Grab hinaus ein Denkmal gesetzt, die eine seiner Töchter, indem sie die schönen Büsten schuf — Abb. 13 zeigt diejenige im Deutschen Museum — und damit das Bild ihres Vaters uns und der Nachwelt übermittelte, und die andere, indem sie die Erinnerungen an ihren Vater, seine Briefe und Tagebücher in einem Buch [74]) zusammengestellt hat. Wenn

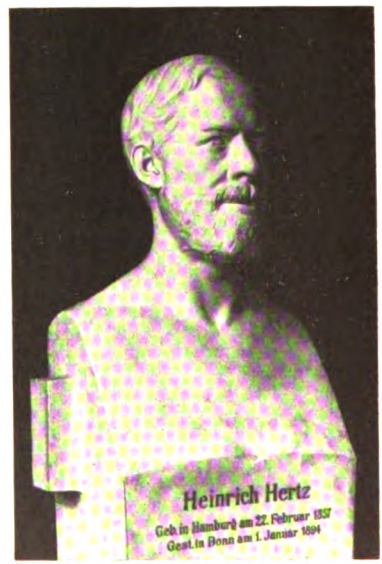


Abb. 13. Büste von Hertz im Deutschen Museum

ich mit meinen Ausführungen neben den Werken von Hertz auch sein Leben und seine Persönlichkeit nahebringen konnte, so verdanke ich das in erster Linie diesem Buche.

Hertz schrieb drei Wochen vor seinem Tode an seine Eltern: „Wenn mir wirklich etwas geschieht, so sollt Ihr nicht trauern, sondern sollt ein wenig stolz sein und denken, daß ich dann zu den besonders Auserwählten gehöre, die nur kurz leben und doch genug leben. Dieses Schicksal habe ich mir nicht gewünscht und gewählt, aber wo es mich getroffen, muß

[74]) siehe [2], S. 2 dieses Heftes

Digitized by Google

ich zufrieden sein, und wenn mir die Wahl gelassen worden wäre, würde ich es vielleicht selbst gewählt haben[75])."

Hertz hat nicht nur zu den Auserwählten gehört, deren Arbeiten von der Mitwelt bewundert wurden. Er war wie Röntgen einer von den Auserwählten, deren Forschungen einen ganz ungewöhnlich nachhaltigen Einfluß auf die weitere Entwicklung der Wissenschaft und ihrer Anwendung ausgeübt haben. Wenn man heute ein Telegramm nach Buenos Aires schickt, so wird es von Nauen über die Entfernung von nahezu 12000 km durch die Atmosphäre hindurch befördert mit elektrischen Wellen und mit einem Sender, der im Prinzip nichts anderes ist, als der Hertzsche Spiegelversuch. Und der von ihm entdeckte lichtelektrische Effekt ist nicht nur eine wichtige Grundlage für die Quantentheorie geworden, sondern auch ein unentbehrliches Hilfsmittel für die physikalische Forschung, die elektrische Bildübertragung und für das elektrische Fernsehen.

Wir wollen stolz auf Heinrich Hertz sein, und heute hat ein besonderes Recht dazu die Universität Bonn, seine letzte Wirkungsstätte.

[75]) Er. S. 258.

Digitized by Google

Anhang

Inhaltsverzeichnis der gesammelten Werke von Heinrich Hertz

Band I.

1. Versuche zur Feststellung einer oberen Grenze für die kinetische Energie der elektrischen Strömung. S. 1—36.
   (Wied. Ann. **10,** 414—448, 1880.)
2. Über die Induktion in rotierenden Kugeln. S. 37—134.
   (Dissertation, Berlin, 1880.)
3. Über die Verteilung der Elektrizität auf der Oberfläche bewegter Leiter. S. 135—144.
   (Wied. Ann. **13,** 266—275, 1881.)
4. Obere Grenze für die kinetische Energie der bewegten Elektrizität. S. 145—154.
   (Wied. Ann. **14,** 581—590, 1881.)
5. Über die Berührung fester elastischer Körper. S. 155—173.
   (Journal für die reine und angew. Mathematik **92,** 156—171, 1881.)
6. Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte. S. 174—196.
   (Verhandl. d. Vereins zur Beförderg. d. Gewerbefleißes, 1882.)
7. Über ein neues Hygrometer. S. 197—198.
   (Verhandl. der phys. Ges., 1882, 18—19.)
8. Über die Verdunstung der Flüssigkeiten, insbesondere des Quecksilbers, im luftleeren Raum. S. 199—214.
   (Wied. Ann. **17,** S. 177—193, 1882.)
9. Über den Druck des gesättigten Quecksilberdampfes. S. 215—222.
   (Wied. Ann. **17,** S. 193—200, 1882.)
10. Über die kontinuierlichen Ströme, welche die fluterregende Wirkung der Gestirne im Meere veranlassen muß. S. 223—226.
    (Verhandl. d. phys. Ges., 1883.)
11. Dynamometrische Vorrichtung von geringem Widerstande und verschwindender Selbstinduktion. S. 227—232.
    (Zeitschr. f. Instrumentenkunde **3,** S. 17—19, 1883.)
12. Über eine die elektrische Entladung begleitende Erscheinung. S. 233—241.
    (Wied. Ann. **19,** 78—86, 1883.)
13. Versuche über die Glimmentladung. S. 242—276.
    (Wied. Ann. **19,** 782—816, 1883.)
14. Über das Verhalten des Benzols als Isolator und als Rückstandsbildner. S. 277—282.
    (Wied. Ann. **20,** 279—284, 1883.)

Digitized by Google

15. Über die Verteilung der Druckkräfte in einem elastischen Kreiszylinder. S. 283—287.
(Schönmilchs Zeitschr. f. Math. u. Phys. **28,** 125—128, 1883.)

16. Über das Gleichgewicht schwimmender elastischer Platten. S. 288—294.
(Wied. Ann. **22,** 449—455, 1884.)

17. Über die Beziehungen zwischen den Maxwellschen elektrodynamischen Grundgleichungen und den Grundgleichungen der gegnerischen Elektrodynamik. S. 295—314.
(Wied. Ann. **23,** 84—103, 1884.)

18. Über die Dimensionen des magnetischen Poles in verschiedenen Maß-Systemen. S. 315—319.
(Wied. Ann. **24,** 114—118, 1885.)

19. Graphische Methode zur Bestimmung der adiabatischen Zustandsänderungen feuchter Luft. S. 320—338.
(Meteorol. Zeitschr. **1,** 421—431, 1884.)

20. Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. S. 339—354.
(Vortrag Naturforscher-Vers. Heidelberg, 1889.)

21. Über den Durchgang der Kathodenstrahlen durch dünne Metallschichten. S. 355—359.
(Wied. Ann. **45,** 28—32, 1892.)

22. Zum 31. August 1891. S. 360—368.
(Münch. Allgem. Zeitg., 1891.)

Band II.

1. Einleitende Übersicht: S. 1—31.
A. Zu den Versuchen. S. 1—21.
B. Zur Theorie. S. 21—31.

2. Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. S. 32—58.
(Wied. Ann. **31,** 421, 1887.)

3. Aus der Abhandlung Herrn W. von Bezolds: „Untersuchungen über die elektrische Entladung". S. 59—68.
(Poggendorfs Ann. **140,** 541, 1870.)

4. Über einen Einfluß des ultravioletten Lichtes auf die elektrische Entladung. S. 69—86.
(Wied. Ann. **31,** 983, 1887.)

5. Über die Einwirkung einer geradlinigen elektrischen Schwingung auf eine benachbarte Strombahn. S. 87—101.
(Wied. Ann. **34,** 155, 1888.)

6. Über Induktionserscheinungen, hervorgerufen durch die elektrischen Vorgänge in Isolatoren. S. 102—114.
(Wied. Ann. **34,** 273, 1887.)

7. Über die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen. S. 115—132.
(Wied. Ann. **34,** 551, 1888.)

8. Über elektrodynamische Wellen im Luftraume und deren Reflexion. S. 133—146.
(Wied. Ann. **34,** 610, 1888.)

Digitized by Google

9. Die Kräfte elektrischer Schwingungen, behandelt nach der Maxwellschen Theorie. S. 147—170.
(Wied. Ann. **36,** 1888.)

10. Über die Fortleitung elektrischer Wellen durch Drähte. S. 171—183.
(Wied. Ann. **37,** 395, 1889.)

11. Über Strahlen elektrischer Kraft. S. 184—198.
(Wied. Ann. **36,** 769. 1888.)

12. Über die mechanischen Wirkungen elektrischer Drahtwellen. S. 199—207.
(Wied. Ann. **42,** 407. 1891.)

13. Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für ruhende Körper. S. 208—255.
(Wied. Ann. **40,** 577, 1890.)

14. Über die Grundgleichungen der Elektrodynamik für bewegte Körper. S. 256—285.
(Wied. Ann. **41,** 369, 1890.)

Nachträgliche Anmerkungen. S. 286—295.

Band III.

Die Prinzipien der Mechanik.

Triasdruck GmbH. Berlin S 14, Dresdener Straße 97

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriftenreihe „Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte“ Heft 1:

WEGE UND ZIELE DES DEUTSCHEN MUSEUMS

Von Geh. Rat Prof. Dr. Walther von Dyck

Din A 5. II/30 Seiten mit 2 Abbildungen / 1929
Broschiert RM 1.—, für VDI-Mitglieder RM 0.90

W. von Dyck, der als Mitglied des Museumsvorstandes vom Gründungstage an wie kein Anderer berufen ist, die Wege und Ziele des Deutschen Museums darzulegen, greift aus der Geschichte des Museums eine Reihe besonders bedeutungsvoller Momente heraus. Wir sehen den kleinen Kreis der Männer, die sich um den Begründer scharten, wir fühlen den Willen, der sie alle in ihrem Denken und Handeln beherrschte, den Willen, der sich auf weiteste Schichten des deutschen Volkes übertrug und der selbst die schweren Kriegs- und Nachkriegsjahre überdauerte.

W. von Dyck leitet dann zu den Aufgaben des Deutschen Museums über, indem er die Lücken zeigt, die noch zu schließen sind, und in wohldurchdachten Plänen entwickelt, welche Wege zu ihrer Lösung offen stehen.

Den Ausführungen W. von Dycks folgen wissenswerte Angaben über die Entstehung und Entwicklung des Deutschen Museums, sowie kurze Mitteilungen über wissenschaftliche und technische Museen u. a. m.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

VDI-VERLAG G.M.B.H. BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

DEUTSCHE MEISTERWERKE BERGMÄNNISCHER KUNST

VON

E. TREPTOW

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

1929

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. d. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 3

DEUTSCHE MEISTERWERKE BERGMÄNNISCHER KUNST

VON

E. TREPTOW

1929

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Vorwort

Dem Wunsche des Deutschen Museums, ich möchte für die Abhandlungen und Berichte einen Aufsatz über „Bergmännische Kunst" schreiben, habe ich gern entsprochen. Da aber die Arbeit einen bestimmten Umfang nicht überschreiten sollte, mußte aus dem reichen Stoffe eine Auswahl getroffen werden. Es lag nahe, deutsche Meisterwerke herauszugreifen. Ich habe daher aus meiner in den „Beiträgen zur Geschichte der Technik und Industrie" Bd. 12 (1922), S. 173, erschienenen Arbeit, die auch das Altertum und das Ausland berücksichtigte, das Geeignete, z. T. entsprechend gekürzt, z. T. vervollständigt, herausgenommen und einiges Neue hinzugefügt. Hierzu bin ich nicht nur durch eigene Studien, sondern auch dadurch in der Lage, daß liebe Freunde und Fachgenossen meiner am Schlusse der genannten Arbeit ausgesprochenen Bitte um weitere Unterlagen über dieses Gebiet nachgekommen waren. Es ist mir eine angenehme Pflicht, hierdurch nochmals ihnen allen verbindlichst zu danken.

Freiberg i. Sachsen, im Januar 1929

Dr. E. Treptow

Digitized by Google

Inhaltverzeichnis

Vorwort — Seite

Einleitung 1

Kirchliche Kunst

Die Glasgemälde im Münster zu Freiburg im Breisgau 2

Der Bergmannsaltar in der St. Annenkirche zu Annaberg 6

Der Bergmann als Kanzelträger 11

St. Barbara vom Kressenberg 12

St. Barbara von v. Heyden 13

Die St. Barbara-Kapelle zu Schwandorf 13

Bürgerliche Kunst

Vom Bergbau in Nordtirol 15

Das Bild zu Brixlegg 16

Das Bild des Herren Bondy 18

Die Gedenktafeln im Salzwerk Berchtesgaden 21

Freiberg in Sachsen 22

Otto der Reiche 22

Portal am Obermarkt 23

Glasfenster im Korpshause Teutonia 23

Bergmännische Gruppe 24

Rektorkette der Bergakademie 25

Prunkstücke der Knappschaften

Die Goslarer Bergkanne 27

Die Rammelsberger Bergkanne 28

Die Clausthaler Bergkanne 32

Der Grünthaler Pokal 33

Die Kleinodien der Freiberger Berg- und der Schmelzerknappschaft 34

Die Schale von Warmbrunn 36

Der Schwarzburger Gold-Pokal 37

Trachten der Berg- und Hüttenleute

Meißener Porzellan 38

Volkstümliche Schnitzereien 38

Der Holzbildhauer Ernst Kaltofen in Dresden 40

Der Schachthauer von Schmidtbauer 40

Ausbeutemünzen

Die St. Anna-Medaille 41

Die Saturnmedaille 43

Erklärung der technischen Ausdrücke 45

Aus dem Deutschen Museum 47

Digitized by Google

Einleitung

Unter bergmännischer Kunst möchte ich einerseits Schöpfungen künstlerischer Tätigkeit verstanden wissen, die sich bergbauliche Gegenstände zum Vorwurf nimmt, aber anderseits auch künstlerische Betätigung der bergmännischen Bevölkerung in jeder Hinsicht. Beides wird zuweilen Hand in Hand gehen. Übrigens greifen Bergbau und Hüttenwesen so eng ineinander, daß auch das letztere berücksichtigt werden muß.

Das glänzende Erz, das erst im lohenden Feuer der Hütten sich zu edlem Metall wandelt, das Geheimnisvolle der unterirdischen Arbeit mit ihren Gefahren und ihrem häufigen Glückswechsel, der hier aus dem armen Eigenlöhner in kurzer Zeit den wohlhabenden Gewerken macht, dort aber aller aufgewendeten Mühe zum Trotz die Gewerken ihr Geld einbüßen läßt, die Eigenart der bergmännischen Arbeitstracht — in der älteren Zeit weißes Gewand mit Kapuze, Leder und Kniebügel, später die schmucke Paradetracht — dann die bergmännischen Aufzüge, namentlich die kirchlichen Feste der besonderen Heiligen, alles das mußte auf die Phantasie der Künstler einen starken Eindruck machen.

Am allgemeinsten wurde wohl von den Bergleuten die heilige Barbara als Beschützerin gegen plötzlichen, unbußfertigen Tod verehrt. Sie wurde von der Kirche unter die Zahl der 14 Nothelfer aufgenommen, ihr Festtag ist der 4. Dezember. Aber auch die heilige Anna, die Mutter der Jungfrau Maria, deren Kultus gegen Ende des 15. Jahrhunderts durch Papst Urban VII. eingeführt wurde, galt als Schutzheilige. Ihr huldigte man am 26. Juli. Die böhmischen Bergleute hatten sich den heiligen Prokop erkoren und feierten ihn am 4. Juli. Den Salzbergleuten Österreichs galt Rupertus von Salzburg als Beschützer. Daneben kommen aber noch andere Schutzheilige von mehr örtlicher Bedeutung vor[1]).

---

[1]) Gerlach, Heinrich: Bilder aus Freibergs Vergangenheit. Nr. 5. Die alte Tracht unserer Bergleute. Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, Heft 22. 1885. S. 57. — Derselbe: Die Erbhuldigung zu Freiberg, d. 9. Juni 1733. A. a. O. Heft 28. 1892. S. 57.

Abbildung und Beschreibung derer sämtlichen Bergwerks-Beamten und Bedienten nach ihrem gewöhnlichen Rang und Ordnung im behörigen Berg-Habit. Nürnberg, bei Christoph Weigeln. 1721 (mit 25 Kupfern). — Dasselbe Schmelz-Hütten Beamte usw. im behörigen Hütten-Habit 1721 (mit 25 Kupfern).

Rost, G. E.: Trachten der Berg- und Hüttenleute im Kgr. Sachsen. Nach dem neuesten Reglement mit landschaftlichen Umgebungen aus den verschiedenen Bergamtsrevieren nach der Natur gezeichnet, in Kupfer gestochen und treu koloriert. Originalausgabe mit 26 Tafeln gr. 4° o. J. (um 1830).

Digitized by Google

Kirchliche Kunst

Die Glasgemälde im Münster zu Freiburg im Breisgau

Die Wohlhabenheit Freiburgs[2]) beruhte auf dem Bergsegen der Silbergruben im Breisgau, die urkundlich schon zu Beginn des 11. Jahrhunderts (1008) vom Reiche dem Bischof von Basel überlassen und von diesem

Abb. 1

Abb. 2

lehensweise an die Herzöge von Zähringen und später an die Grafen von Freiburg gekommen waren. Von den letzteren wieder wurde die Bearbeitung der Gruben einflußreichen Freiburger Bürgern überlassen, die sie gemeinschaftlich betrieben. Die hohen Ausbeuten an Silber gaben die Grundlage für einen ausgedehnten Handel, der durch die gute Freiburger

Abb. 3

Abb. 4

Die Bergakademie Freiberg besitzt eine 76 Ellen, das sind 43 m, lange Handzeichnung, die einen Bergaufzug darstellt, der in Dresden 1736 oder 1738 abgehalten worden ist. Die Zeit läßt sich dadurch festlegen, daß die höchsten Beamten mit Namen bezeichnet sind. Lungke, A.: Der Streittag, ein Bergfeiertag der Freiberger Knappschaft. Mitteilungen des Vereins für sächsische Volkskunde 1907, S. 247.

2) Albert, Prof. Dr. Peter P.: Achthundert Jahre Freiburg im Breisgau, 1120—1920: 1920.

Digitized by Google

Münze „Freiburger Brand und Gewäge“ befördert wurde. So spielten schon in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts die Freiburger Kaufleute auf den für die damalige Zeit besonders wichtigen Messen in der Champagne eine hervorragende Rolle. Dazu kam noch der Handel mit kostbaren Steinen

Abb. 5

und die Kunst des Steinschleifens, durch die Freiburg ebenfalls berühmt war. Die Erzeugnisse der Freiburger Steinschleifer, namentlich die aus größeren Stücken hergestellten „Abenteuer in Kristall“, waren so gesucht,

Abb. 6

Abb. 1 bis 6. Glasgemälde im Freiburger Münster (Photo Röbcke)

daß sie Jahrhunderte hindurch als königliche Geschenke verwendet zu werden pflegten.

Die hohen Erträge der Bergmannsarbeit gaben der Bürgerschaft auch die Möglichkeit, „sich eine Pfarrkirche zu bauen und zu vollenden, wie sie

Digitized by Google

schöner von einer Pfarrgemeinde nicht wieder errichtet werden sollte". Stiftungen des Bergbaus verdanken einige Teile von Glasgemälden im südlichen Seitenschiff ihren Ursprung; sie geben uns Kunde von dem Reichtum des Schwarzwälder Bergbaus im 14. Jahrhundert.

Die Abb. 1 bis 6 sind Teile zweier Fenster im südlichen Seitenschiff des Münsters; es sind Reste älterer Fenster, die am unteren Rande neuerer Fenster eingesetzt wurden. Die ältesten Darstellungen dürften Abb. 1 und 2 sein, vielleicht ein Wünschelrutengänger und ein Arbeiter in der Grube. Die Abb. 3 und 4 von demselben Fenster zeigen die Gesteinarbeit mit dem zweihändig geführten Spitzhammer beim Scheine eines Holzspanes und das Füllen der Erze in Säckchen, die Abb. 5 und 6 von einem anderen Fenster die Arbeit mit Schlägel und Eisen und das Einsetzen der Erzsäckchen in den Förderkorb. Eigenartig ist die helmähnliche Kopfbedeckung. Die Abb. 3 und 4 enthalten Bruchstücke eines Schriftbandes, welches lautete: DIS GVLTEN DIE FRONER ZE DEM CHOWINSLANT (Schauinsland). Die Abb. 5 und 6 tragen den Namen der Grube DIESEL MVOT.

Übrigens sei daran erinnert, daß Agricolas berühmtes, mit vortrefflichen Holzschnitten versehenes Buch über den Bergbau[3], das grundlegende Werk für unsere Kenntnis der älteren Bergbautechnik, im Jahre 1556 erschienen ist, während diese Darstellungen etwa 200 Jahre älter sind.

Das St. Annen-Fenster[4], Abb. 7. Das am Fuße des Fensters befindliche Spruchband erläutert uns am besten Bestimmung und Entstehung dieses Kunstwerkes, es lautet:

GOT DEM ALMAECHTIGEN DER IVNGFRAV MARIA VND DER HEILIGEN MVOTER SANT ANNE ZVO LOBEN HABEN DIE GEWERKEN SANT ANNEN GRVOB IM TODNAV DIESES VENSTER MACHEN LOSSEN IM IOR 1515.

Die vierteilige Anordnung zeigt auf einem Gestühle sitzend die Mutter Gottes mit dem Jesusknaben, der nach einem Apfel greift, den die zur Rechten sitzende Mutter Anna hinreicht. Rechts von der letzteren sitzt ihre Tochter Maria Salomae aus dritter Ehe mit ihren 2 Kindern, links von der Mutter Gottes Maria Cleophae, Tochter der Mutter Anna aus deren zweiter Ehe mit ihren vier Kindern. Über die Rückwand der Bank gelehnt, steht hinter der Mutter Gottes Joseph, an dem Zimmermannsbeile kenntlich, hinter der Mutter St. Anna deren Ehemann in erster Ehe Joachim, hinter Maria Salomae und Maria Cleophae deren Väter.

[3] Agricola, Georg: De Re Metallica. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. Neue deutsche Übersetzung. Herausgegeben von der Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum. Berlin: VDI-Verlag 1928.

[4] Geiges, Prof. Fritz: Das St. Annen-Fenster im jetzigen Alexander-Chörlein. Freiburger Münsterblätter 1908, Heft 2.

Digitized by Google

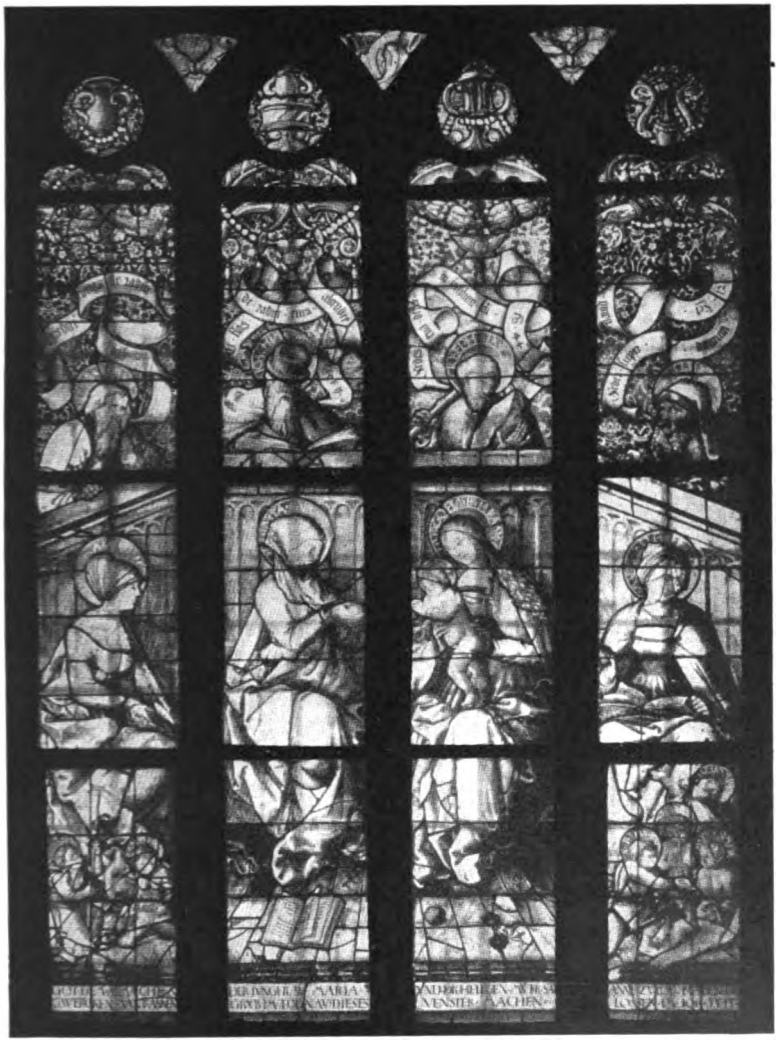


Abb. 7. St. Annenfenster

Das Fenster ist in lichten Farben gehalten, die Gewänder der Figuren sind weiß, der Fleischton zart, die Bank hat hellen Steinton. Der Untergrund des Gemäldes ist himmelblau; die Schönheit der Farbwirkung wird dadurch erhöht, daß sämtliche 15 Personen mit Nimbus in leuchtendem Gelb versehen sind, in dem der Name angebracht ist, auch heben sich

Digitized by Google

unter den Verzierungen im oberen Teile des Fensters die Granatschnüre — ein Wahrzeichen der Stadt Freiburg — leuchtend rot ab.

Der Bergmannsaltar in der St. Annenkirche zu Annaberg

Das 15. Jahrhundert war für Freiberg, die Wiege des erzgebirgischen Bergbaus, nicht günstig. In der Schlacht bei Aussig in Böhmen im Jahre 1426 gegen die Hussiten verloren viele Freiberger Bürger das Leben, bei den wiederholten Einfällen der Hussiten in die Meißener Lande blieb zwar die Stadt Freiberg selbst verschont, aber die Bergwerke um Freiberg, bei Frauenstein und Scharfenberg wurden völlig verwüstet. Infolge Teilung der wettinischen Erblande zwischen Kurfürst Friedrich und Herzog Wilhelm brach im Jahre 1445 der Bruderkrieg aus, der dem Lande großen Schaden brachte. Die Pest forderte 1463, dann wieder 1471 und nochmals 1492 viele Opfer. Unter großen Stadtbränden hatte die Stadt, deren Häuser zum größten Teile aus Holz erbaut waren, im Jahre 1471 zweimal und dann nochmals im Jahre 1484 schwer zu leiden. Die Folge war ein starker Rückgang des Bergbaus und eine Abwanderung vieler Bergknappen. Gegen Ende des 15. Jahrhunderts wurden nur noch wenige Gruben gebaut, und von den vielen Schmelzhütten waren nur noch zwei im Betriebe.

Die abgewanderten Bergleute suchten und fanden aber anderwärts ihr Glück. Es wurden in rascher Folge 1458 der Altenberger Zinnbergbau, 1471 der Silberbergbau zu Schneeberg, 1492 zu Annaberg, 1516 zu Joachimsthal und 1521 zu Marienberg fündig.

An allen diesen Orten entstanden sehr bald als Folge des hohen Ertrages des rasch aufblühenden Bergbaus und gefördert durch den kirchlichen Sinn der Bergleute große Kirchenbauten. Unter ihnen hat durch die Gunst der Verhältnisse die St. Annenkirche zu Annaberg am meisten die innere Ausschmückung bewahrt. So ist hier der 1521 errichtete Bergmanns-Altar erhalten geblieben, während ein in der Schneeberger Kirche von der dortigen Bergknappschaft errichteter Altar den Bilderstürmern zum Opfer fiel[5].

Nachdem der Bergbau im Jahre 1492 begonnen hatte, wurde am 21. September 1496 die Neustadt am Schreckenberge gegründet. Im Jahre 1494 hatte Papst Alexander VI. den Kultus der heiligen Anna für ganz Sachsen angeordnet; wohl hiermit in Zusammenhang steht die Verleihung des Namens St. Annaberg für die neue Stadt durch Herzog Otto und deren Bestätigung durch Kaiser Maximilian am 22. März 1501.

Schon im Jahre 1499 wurde der Bau einer steinernen Kirche in Angriff genommen und bis zum Jahre 1525 auch völlig beendet. Im Jahre

[5] Schmidt, Dr. Ernst Oswald: Die St. Annenkirche zu Annaberg. Ein Führer durch ihre Geschichte und ihre Kunstdenkmäler. 200 S., mit 24 Tafeln, 43 Abbildungen. Leipzig 1908.

Digitized by Google

1521 errichtete die Annaberger Knappschaft einen Flügelaltar, dessen Vorder- und Innenseite in reich vergoldeter Holzschnitzerei Darstellungen aus der heiligen Geschichte zeigt, Abb. 8.

Der Aufsatz des Altars ist in später Gotik besonders reich ausgestattet. In den Einzelheiten finden sich mancherlei Hinweise auf den Bergbau, so in Kränzen von Arabesken zwei Bergleute, die Schilder mit Schlägel und Eisen halten. Die Rückseite des Altars schmücken Gemälde, die die damalige Art des Bergbaubetriebes darstellen; sie sind im Jahre 1902 wiederhergestellt worden und kommen voll zur Geltung. Das Mittelbild, Abb. 9, stellt das geschäftige Leben des Bergbaus dar. Die Gedrängtheit der Schächte und Stollen entspricht der Kleinheit der damaligen Grubenfelder. Durch die Perspektive des Bildes, den steilen Hang hinauf, erscheinen die Einzelheiten noch näher aneinander gerückt. Der Maler hat es vortrefflich verstanden, dem Gesamtbilde auch die Einzelheiten der bergmännischen Technik einzufügen. Im Vordergrunde rechts wird der Handhaspel von zwei Bergleuten bedient. Die Tracht der Bergleute ist gekennzeichnet durch die den Kopf bedeckende Kapuze, das lange Leder und die Kniebügel. Weiter ist das Ausschlagen der Erze dargestellt. Über den Schächten stehen zum Teil einfache Kauen, zum Teil sind bereits Göpel errichtet, was Bergbau in größerer Tiefe andeutet. Links im Hintergrunde sind ein Fahrschacht und ein Wetterschacht sichtbar. Rechts im Mittelgrunde fährt ein Bergmann mit einem Treckhunde in einen Stollen hinein. Mittels eines Erzwagens wird das Erz zur Hütte befördert. Zwischen den Bergleuten wandelt, ihnen wohl unsichtbar, der Patron des Bergbaus.

Der Künstler hat auf diesem Bilde auch die gangbarste Sage von der Auffindung der Annaberger Erzgänge durch den Knappen Daniel im Mittelgrunde links dargestellt. Der Engel führt den Knappen in den Wald und zu dem Baume, auf dem er, wie ihm im Traume verheißen, das Nest mit den goldenen Eiern finden sollte. Er erklimmt den Baum, aber sein Suchen ist vergeblich. Da bedeutet ihn der Engel, daß er am Fuße dieses Baumes schürfen solle, dabei findet er den silberführenden Gang. Bei dem Schurfe lesen wir „Knappius".

Unter dem Mittelbilde ist das Verwaschen der Erze dargestellt: rechts das Siebsetzen, dann das Waschen der Erze auf dem Durchlaßgraben und auf dem Handherde. Das linke Seitenbild, Abb. 10, zeigt einen Blick in eine Schmelzhütte. Die Tracht der Hüttenleute ist ein langer weißer Mantel mit Kapuze, außerdem eine kleine Kappe auf dem Kopfe. Links wird ein niedriger Schachtofen beschickt, während unten der Schmelzfluß in einen Vorherd abfließt. Rechts ist der Treibherd sichtbar, aus dem die Glätte abfließt. Im Hintergrunde sind zwei Röststadeln im Betriebe. Auch bergmännische Einzelheiten sind noch sichtbar.

Das rechte Seitenbild, Abb. 11, zeigt die Prägung der Münzen. Dem links sitzenden Präger in reicher Gewandung trägt ein Gehilfe in einer

Digitized by Google

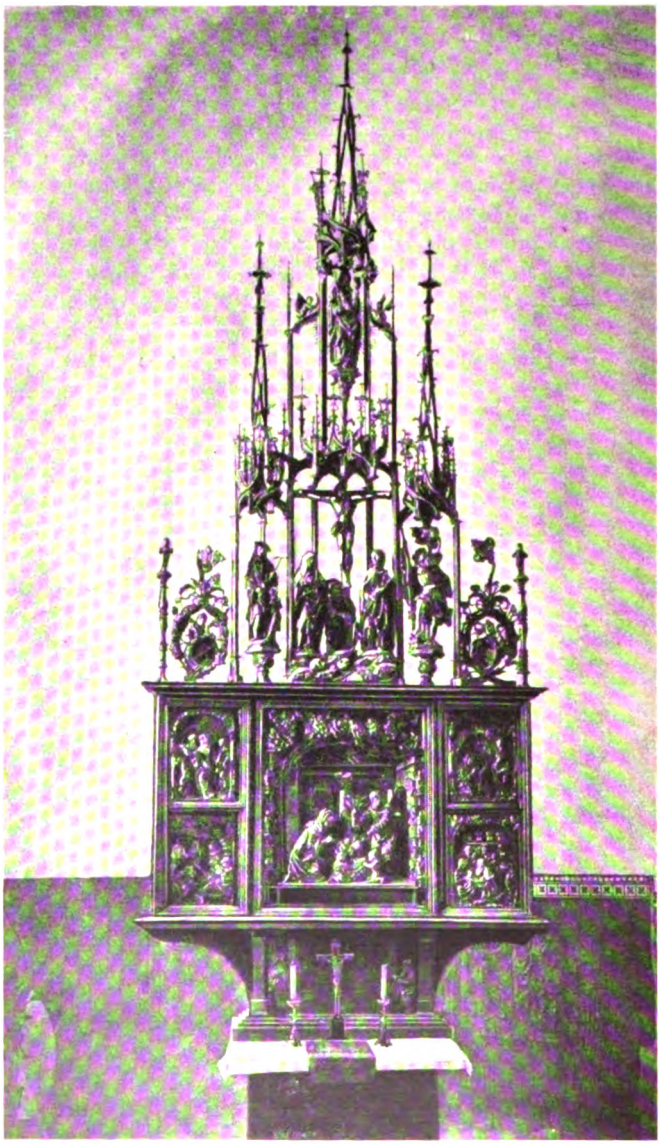


Abb. 8. Altar der Annaberger Bergknappschaft. **Vorderseite**

Digitized by Google

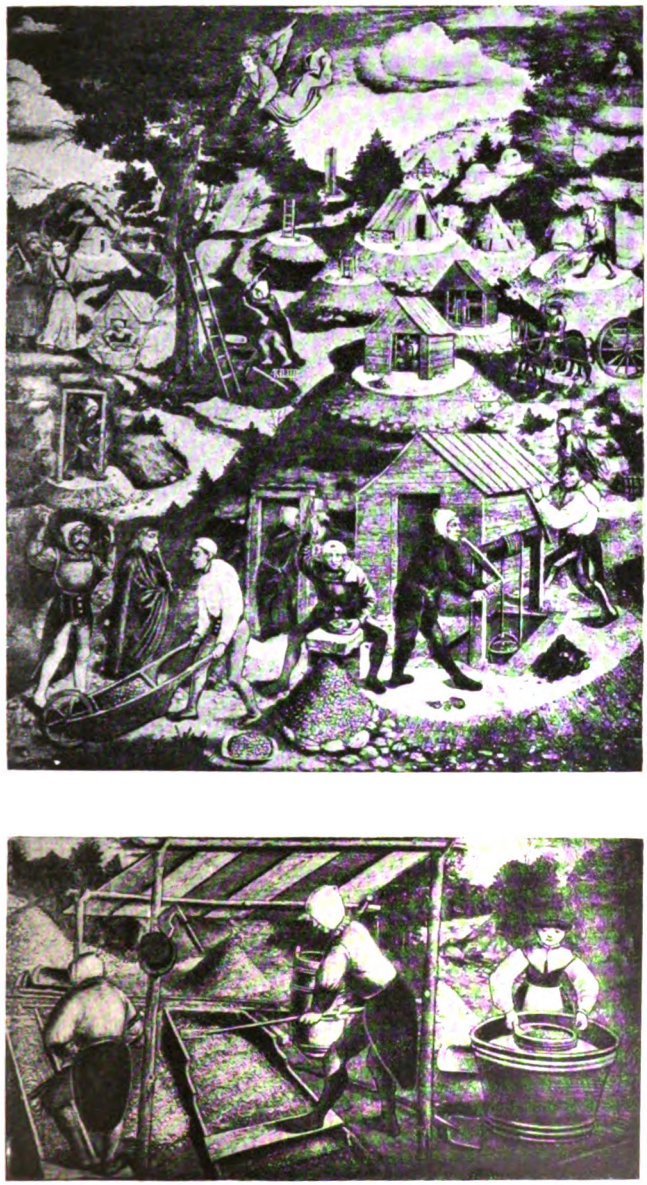


Abb. 9. Rückseite des Altares der Annaberger Bergknappschaft. Mittelbild

Digitized by Google

Abb. 10. Linker Seitenflügel

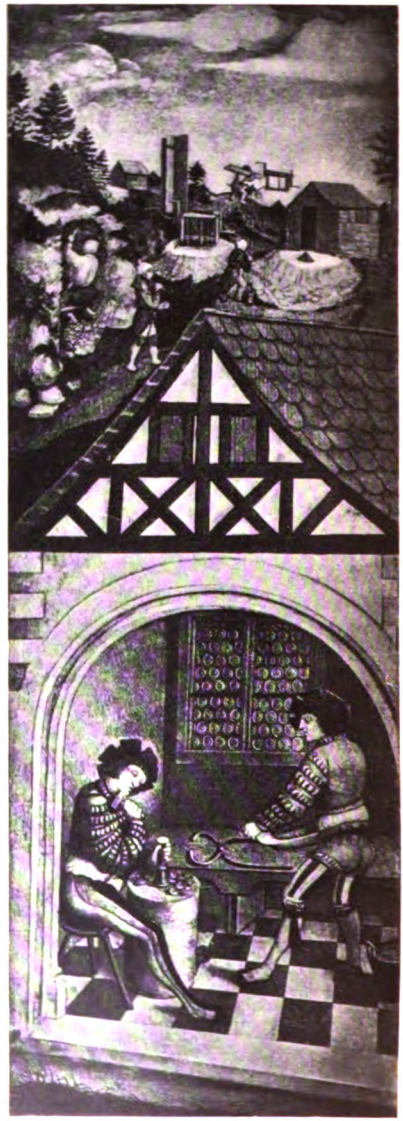


Abb. 11. Rechter Seitenflügel

Abb. 3 u. 4. Reste des Altars der Annaberger Bergknappschaft

Digitized by Google

Mulde die Münzplättchen zu. So mögen die ersten Schreckenberger geprägt worden sein. Den Hintergrund füllen auch hier Darstellungen aus dem Bergbau.

Der Bergmann als Kanzelträger

In nicht wenigen Kirchen bergbautreibender Gemeinden finden sich Bergleute als Kanzelträger oder am Altar als stützende Figuren verwendet. Als Beispiel sei hier der Träger der im Jahre 1638 errichteten, vom Bürger-

Abb. 12. Kanzelträger im Freiberger Dom (Photo Reymann)

meister Jonas Schönlebe gestifteten Kanzel im Dom zu Freiberg wiedergegeben, Abb. 12. Auch die Treppe zur Kanzel wird von einer Bergmannsgestalt getragen[6]).

[6]) Knebel, Konrad: Künstler und Baugewerken usw. Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, 34. Heft, 1897, S. 84.

Digitized by Google

Der Erbauer der Kanzel, der Bildhauer und städtische Unterbaumeister Hans Fritzsche, 1613—46, hat die überlebensgroße Figur farbig als älteren Mann in alter Tracht mit Fahrhaube, Puffjacke, langem Leder und Kniebügeln dargestellt. Bemerkenswert erscheint es, daß der Künstler in der Auferstehung am Schalldeckel der Kanzel die eine der Grabwächtergestalten bergmännisch mit Barte, Kniebügel und Fahrhaube gekleidet hat.

Abb. 13. St. Barbara vom Kressenberg (München, Privatbesitz)

St. Barbara vom Kressenberg[7])

Abb. 13 gibt ein Gemälde wieder, das sich im Besitze des Oberbergdirektors a. D. Fr. Mayer in München befindet. Es wurde veröffentlicht in der Halbmonatsschrift „Das Bayerland" im Märzheft 1924, S. 284, und ist dort bezeichnet als „Ölbild St. Barbara, Schutzpatronin der Bergleute. Bergleute vom alten Eisenbergwerk am Kressenberg bei Traunstein bei der Haspel- und Hundeförderung und am Eisenschmelzofen". Die bergmännische Gruppe auf dem Bilde ist einem Stiche des berühmten Kupferstechers Christoph Weigel zu Nürnberg in dem Buche Abraham a Santa Clara, Hui und Pfui der Welt, Würzburg 1710, S. 234 entnommen. Der unbekannte Künstler hat statt der im Original vorhandenen Gebirgslandschaft, die in den Wolken schwebende, von einem Engel begleitete Santa Barbara, kenntlich an dem Turm, hinzugefügt. Der Engel hält den Kelch mit der Hostie, es dürfte sich also um ein Altarblatt handeln.

Der derzeitige Besitzer hat das Bild, dessen Größe 75 cm × 48 cm beträgt, im Jahre 1892 in einem zum Wirtshause umgewandelten früheren Zechen-

[7]) Nach Mitteilungen des Herrn Oberbergdirektor Fr. Mayer, München.

Digitized by Google

hause erworben. Der dortige Bergbau wird erstmalig im Jahre 1432 urkundlich erwähnt und ist nach wechselvollem Schicksal 1925 völlig eingestellt worden.

St. Barbara von v. Heyden

Ein neueres Kunstwerk schmückt den Altar der katholischen Kirche zu Dudweiler, Abb. 14. Die heilige Barbara reicht einem verunglückten Bergmann das letzte Sakrament. Hereinbrechendes Gestein hat die Zimmerung zertrümmert, den Kohlenhund zur Seite geschleudert, Wolken von Kohlenstaub aufgewirbelt. Der Häuer liegt schwerverletzt am Boden, die verlöschte Lampe noch in der linken Hand, die rechte, der die Keilhaue entfallen ist, preßt sich krampfhaft gegen die schmerzende Brust. Aus dem Düster tritt die lichte, hoheitvolle Gestalt der Schutzpatronin des Bergbaus hervor; während sie die Rechte dem Sterbenden entgegenstreckt, hält sie in der erhobenen Linken den Kelch mit der Hostie.

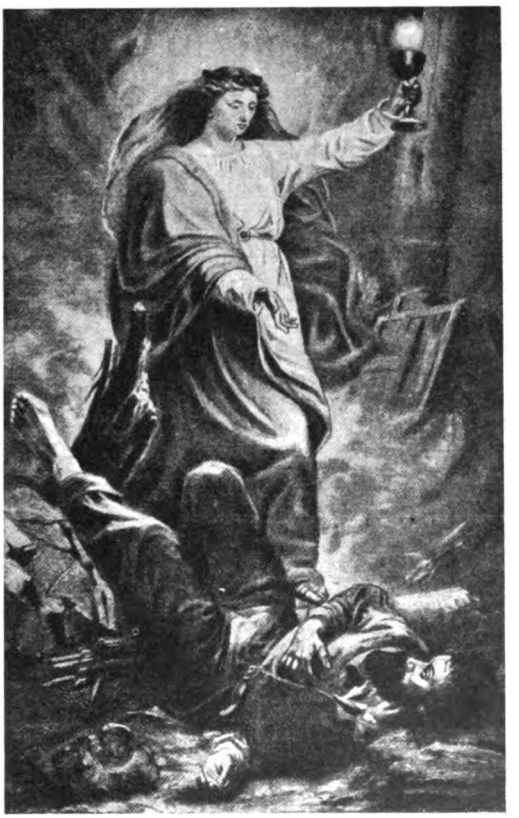


Abb. 14. Santa Barbara von v. Heyden

Die St. Barbara-Kapelle zu Schwandorf[8])

In der Nähe des Eisenbahnknotenpunktes Schwandorf in Oberbayern, bei Wackersdorf, hat sich seit Anfang dieses Jahrhunderts ein großzügiger

[8]) „Das Bayerland." München 1924. — Stangier: Das Braunkohlenbergwerk Wackersdorf bei Schwandorf. — Bingold: Die Bayerische Braunkohlen-Industrie A.-G. Schwandorf. — Bayer: Die Siedlungen der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A.-G. Schwandorf als Kulturstätte.

Digitized by Google

Braunkohlenbergbau entwickelt, im besonderen seitdem die Bayerische Braunkohlen-Industrie A.-G. Schwandorf im Jahre 1906 den Betrieb über-

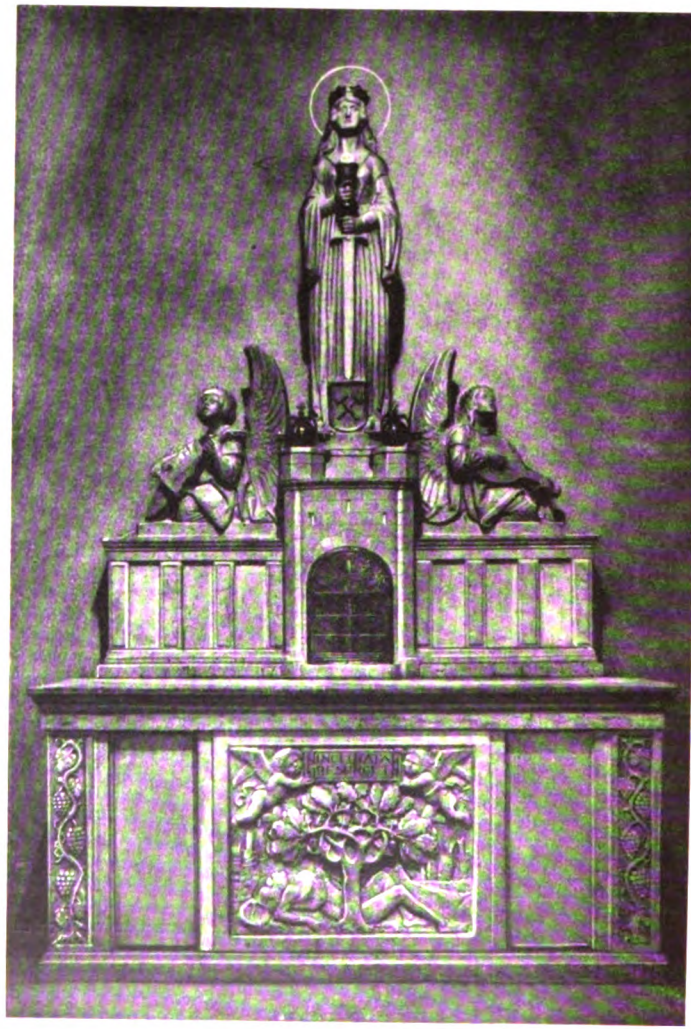


Abb. 15. Altar der St. Barbara-Kapelle zu Schwandorf
(Phot. A. Schaffer, Schwandorf)

nommen hat. Die teils mit Hand, teils mittels Bagger gewonnene Rohbraunkohle wird zum größten Teile als solche verkauft, zum kleineren

Digitized by Google

Teile brikettiert, aber auch auf Teer und Gas verarbeitet. Dem großangelegten technischen Betriebe entspricht auch die soziale Fürsorge. Es wurden zwei Ansiedlungen für Beamte und Arbeiter erbaut mit allen neuzeitlichen Einrichtungen, in denen auch eine Kapelle nicht fehlt. Es lag nahe, die als Gedächtniskirche für die im Weltkriege gefallenen Werkangehörigen gedachte Kapelle der Heiligen Barbara zuzueignen; sie wurde im Jahre 1922 geweiht.

Das Innere ist stimmungsvoll in wohlerwogener Einfachheit nach Entwürfen des Architekten Rolf Behringer gehalten, um so wirkungsvoller tritt der Altar hervor: Die Patronin der Bergleute, von Oberlicht übergossen, steht in priesterlicher Haltung über ihrem Turm, der als Sakramentshäuschen geschickt ausgenützt ist, ihren Schützlingen das Kostbarste, was Himmel und Erde zu geben hat, entgegenbringend. Zwei musizierende Engel sitzen zu ihren Füßen — eine unvergeßlich schöne Gruppe, Abb. 15.

In den Unterbau des Altars ist eine Platte eingelassen, die einen gefallenen Krieger unter einer mächtigen Eiche zeigt. Darüber stehen die Worte: „Inclinata resurget", frei verdeutscht: „Was wir verloren, wird wieder erstehen."

Die Gestalten sind in Treuchlinger Marmor von dem Bildhauer Mattes in München liebevoll ausgeführt.

Bürgerliche Kunst

An den Stätten, an denen der Bergbau jahrhundertelang der wichtigste Erwerbszweig der Bevölkerung, ja die am reichlichsten fließende Quelle des Wohlstandes war, finden sich auch in der bürgerlichen Kunst Erinnerungen an die bergmännische Vergangenheit. Einige Beispiele mögen dies belegen.

Vom Bergbau in Nordtirol

Das kleine Fischerdorf Schwaz im Inntale, etwa in der Mitte zwischen Kufstein und Innsbruck am rechten Ufer gelegen, verdankte sein schnelles Aufblühen im 15. und zu Beginn des 16. Jahrhunderts lediglich dem Bergbau auf silberhaltige Kupfererze. Viele Bergknappen strömten aus anderen Bergbaubezirken herbei, Handel und Wandel hoben sich, ja die ganze Gegend erhielt ein anderes Aussehen. Wo früher an den Hängen schroffer Fels, nur unterbrochen von wenig Wald und dürftigen Weiden, zu sehen war, hatten die Bergleute festen Fuß gefaßt.

Doch lassen wir einen Reisenden, den Grafen Maximilian Mohr[9], der Schwaz um 1650, also zu einer Zeit besuchte, als die Hauptglanzzeit

[9] v. Isser: Beiträge zur Schwazer Bergwerksgeschichte, in „Der Sammler". Meran-Untermais 1910, S. 146. — Derselbe: Schwazer Bergwerksgeschichte. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch usw. Wien 1904, S. 408 und 1905, S. 39.

Digitized by Google

schon vorüber war, selbst sprechen. Er berichtet: „Man vermeint in einem Ameisenhaufen zu sein wegen der vielen Gänge und Stöllen, die in den Berg führen. Da summt es, da zischt es, da gluggern die ausfließenden Wasser, da knarren und krächzen die Radwerke wegen der schweren Lasten, die an ihnen hängen. Hier wird gepocht, dort gesiebt, dort klingen die Scheideeisen, dort stößt einer den Hund in den Stollen, und der Widerhall rumpelt wie ferner Donner. Da fährt einer hinein in den Berg, dort kommt einer mit dem schweren Erz zu den Scheidebänken heraus. Alles ist lebendig und alles greift ineinander wie die Räder eines kunstvollen Uhrwerkes, und alles ist gar wundersam bedacht und fleißig eingeteilt, damit keiner irre geht und weiß, was ihm zu tun obliegt. Und das Alles währet bei Tag und auch bei Nacht ohne Unterlaß; nur so wird soviel Erz gewonnen, daß die Knappen leben können. Der Innstrom trägt viele Flöße auf seinem Rücken und auch Plätten [10]), die mit vielen Zentnern gepochten Erzes schwer beladen sind, um es auf billige Weise zu den Schmelzhütten nach Jenbach, Rattenberg und Kundela (jetzt Kundl) zu führen, die tagaus, tagein in Betrieb sind und Kupfer und Silber in großer Menge herstellen."

Isser fügt hinzu, daß die Gebirgshänge um Schwaz einen besonders fesselnden Anblick gewährten, wenn des Nachts von der Talsohle bis weit hinan in den zahlreichen Hütten, Scheidebänken und Bergschmieden, den Poch- und Waschwerken die Lichter entzündet wurden und die Grubenlichter der gruppenweise ein- und ausfahrenden Bergleute sich hin und her bewegten.

Das früher in Schwaz befindliche (Näheres ist nicht bekannt), jetzt in der staatlichen Hütte zu Brixlegg aufbewahrte Bild [11]), Abb. 16, ist auf Holz farbig gemalt und hat die Abmessungen 163 cm × 137 cm. Der obere Teil ist gegen das Hauptbild etwas geneigt und mit ihm durch seitliche Leisten verbunden. Die Unterschrift lautet: „Ano 1400 ist dise grueben genandt St. Sigmundt Beimfirsten Bau Eßfangen und aufgeschlagen darnach als man zölt 1515 Jahr ist der Erbstollen mit seinen Maß auf dißen Stollen unter sich eingeßözt worden und in 1557 Jahr haben Schmölzer und Kunstwerker bey bemelten Stollen daß Wasser Kunstwerk zu gewöltigung der ertrenkten Schachte und 5 Zöchen gebaut und aufgerichtet. Diese Tafel 1560 und alsdann wiederum Ano 1695 renetiert worden [12])."

[10]) Flachgehende breite Boote.

[11]) Den Hinweis auf dieses Bild verdanke ich Herrn Ministerialrat Dr. Otto Santo-Passo in Wien.

[12]) Wir würden heute schreiben: Im Jahre 1400 ist diese Grube, genannt St. Siegmund beim Firstenbau, angefangen und angeschlagen worden. Danach, als man zählt das Jahr 1515, ist der Erbstollen mit seinem Maß unter diesem Stollen angesetzt worden, und im Jahre 1557 haben Schmelzer und Kunstwerker bei dem genannten Stollen das Wasser-Kunstwerk zur Gewältigung der ertränkten Schächte und 5 Zechen gebaut und errichtet. Diese Tafel ist im Jahre 1560 und alsdann wiederum im Jahre 1695 renoviert worden.

Digitized by Google

In der unteren rechten Ecke steht auf einem besonderen Täfelchen: „Renoviert im Monat September 1813. Georg Entfelder." Daneben ein Bergmann, der mit Schlägel und Eisen das Einschlagen der Schrift gerade beendet. Das Bild dürfte also kurz nach 1557 gemalt worden sein und seinen Platz zunächst nahe dem Mundloche eines der älteren Stollen, unter dem der Erbstollen angesetzt wurde, gehabt haben.

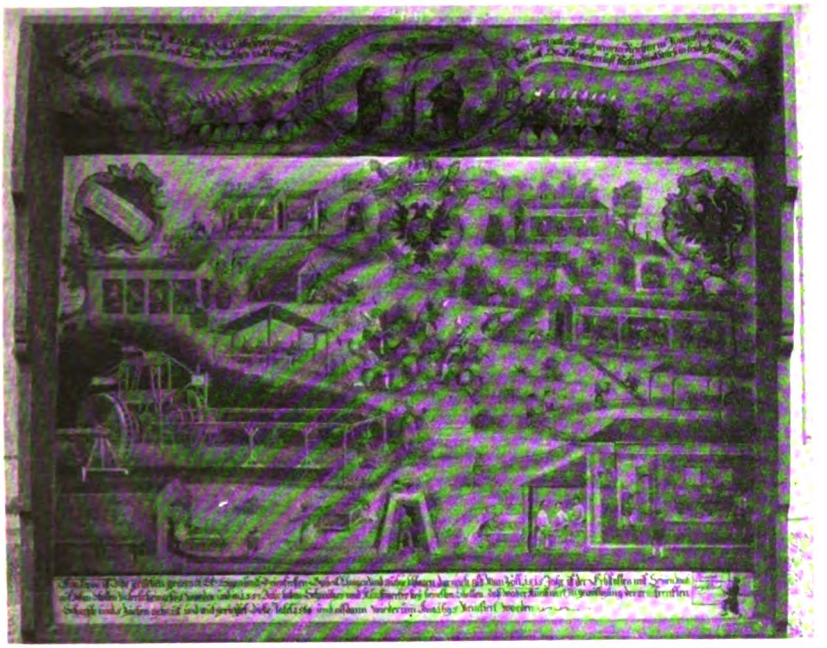


Abb. 16. Bild zu Brixlegg

Im oberen Teile des Bildes finden wir Christus am Kreuz mit Maria und Johannes, rechts und links kniende, anbetende Bergleute in damaliger Tracht: weißes Gewand mit Kapuze und langem Leder. Die niedergelegten Werkzeuge sind Keilhauen. Auf den Schriftbändern lesen wir:

Gott hat erschaffen Himbl und Erd. auch das loblich Pergwerckher
Darumben Landt und Leidt sollen danckhen in Ebigkheit.

und weiter:

Wir biten gott alle ihnß gemein Reich arm Jung alt groß und khlein
daß gott So Edle gaben last fließen und wirß in friden khinen genießen.

Der Hauptteil des Bildes ist gekrönt von drei Wappen: rechts der rote Tiroler Adler im silbernen Felde, links das österreichische Hauswappen.

Digitized by Google

der rote Schild mit silbernem Querbalken, in der Mitte wohl das Wappen Kaiser Ferdinands I. Der Schild mit dem schwarzen Doppeladler ist durch die Symbole der kaiserlichen Macht, Kaiserkrone, Szepter und Schwert und mit der Kette des Ordens vom Goldenen Vließ geziert, der Herzschild ist durch die Renovierung verzeichnet.

In der Mitte des Bildes zerkleinern fünf Bergleute das in großen Stücken geförderte Erz als Vorbereitung für die in den naheliegenden Gebäuden stattfindende Scheide-, Klaube- und Siebarbeit. Ein Zimmerschuppen links, eine Bergschmiede und ein Erzwagen rechts vervollständigen das bergbauliche Bild.

Etwas tiefer steht der heilige Daniel, der Schutzheilige des Tiroler Bergbaus, kenntlich an dem Löwen zu seinen Füßen. In der Linken hält er Schlägel und Eisen, in der Rechten eine Erzstufe. Über dem am unteren Rande des Bildes befindlichen Stollen wiederholen sich die drei oben erwähnten Wappen. Besonders in die Augen fällt die Wasserkunst links[13], die übrigens nach Isser (Sammler, 1910, S. 49) von dem Wasserwerksmeister Lasser aus Salzburg schon im Jahre 1554 fertiggestellt wurde; sie ist von den Zeitgenossen viel bewundert und auch beschrieben worden, so vom Kanzler M. Burglechner[14]: Er schreibt — in Hochdeutsch übertragen:

„Das Kunstwerk ist ein doppeltes, oberschlächtiges Wasserrad, das bald nach der einen, bald nach der andern Richtung vom Wasser getrieben wird. An dem Wellbaum hängen Kübel und Säcke an Seilen. Mit den Kübeln oder Kufen fördert man das Erz und auch die Berge und in den Säcken, die aus zwei der größten Ochsenhäute, die man haben kann, gemacht werden, hebt man eine große Menge Wasser über 125 Schwazer Klafter Höhe bis auf den Stollen, auf dem es dann zu Tage fließt. Ein solcher Sack faßte 10 oder 11 Yrn (das sind 1.4 cbm)."

Isser setzt hinzu, daß das Werk 10 Aufzüge in der Stunde machen konnte.

Abb. 17 zeigt ein Bild, das ich Herrn Bondy in Wien verdanke, es dürfte ein Ausschnitt aus einem ursprünglich etwas größeren Gemälde sein, man vergleiche die am Rande rechts nur zur Hälfte vorhandenen Gestalten. Es ist in Wasserfarben auf Pergament gemalt und hat die Größe 46 cm × 68 cm. Im Jahre 1912 ist es aus der Sammlung Campe in Hamburg in den Besitz des Herrn Bondy übergegangen. Über den Ursprung des Bildes ist nichts bekannt.

[13] Es ist sofort ersichtlich, daß es sich um dasselbe Werk handelt, das auch im Schwazer oder Ettenhartischen Bergbuche (Münchener Codex 1203 und Innsbrucker Codex 856) ausführlich dargestellt ist. Jedoch dürften bei den verschiedenen Renovierungen Fehler unterlaufen sein, es sind hier einfach geschaufelte Wasserräder mit je nur einem Seilkorbe gezeichnet, während die anderen Darstellungen richtig Kehrräder, jedes mit zwei Seilkörben, zeigen.

[14] Burglechner, M.: Der Tirolische Adler. Handschrift 1619. Im Wiener Hof- und Staatsarchive, Bd. III, S. 1205.

Digitized by Google

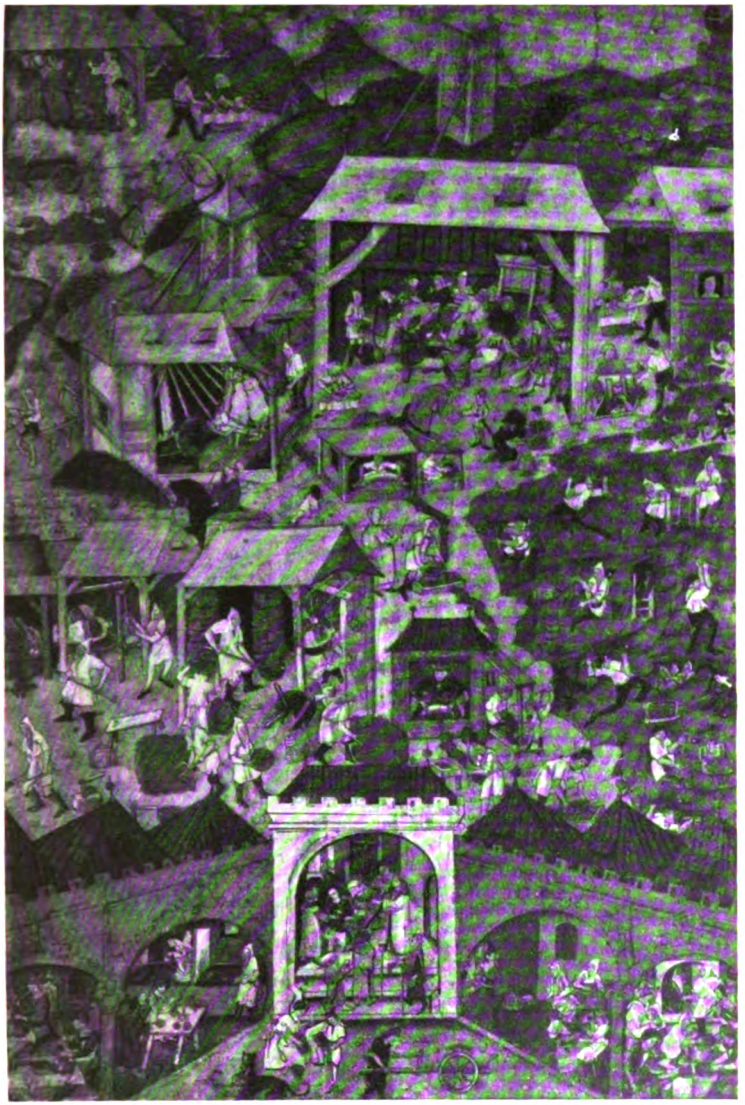


Abb. 17. Darstellung anscheinend des Nordtiroler Bergbaus
(Im Besitz d. H. Bondy, Wien)

Es zeichnet sich vor vielen andern Bildern dadurch aus, daß der Künstler auch die Arbeit unter Tage dargestellt hat, und zwar ersichtlich

Digitized by Google

einen Tiefbau, wie die Fahrten, der Haspel und ebenso der links dargestellte von Pferden betriebene Göpel[15]) zur Wasserhebung lehren. Das Erz wird mit Schlägel und Eisen — auffallend sind die gewagten Stellungen

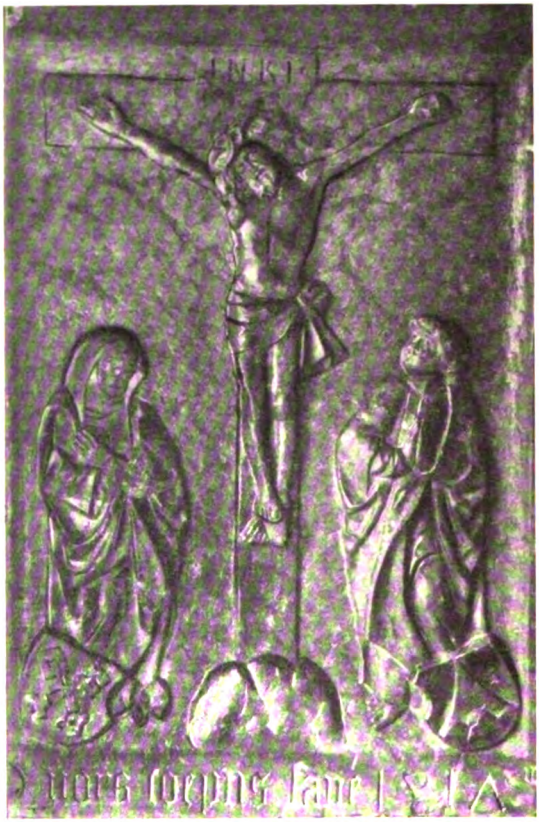


Abb. 18. Älteste Gedenktafel im Salzwerk Berchtesgaden
(Phot. P. Ney, Berchtesgaden)

der Arbeiter — und durch Eintreiben von Keilen mit schwerem Hammer gewonnen — rechts Mitte —, sodann in Tröge und eigenartig gestaltete Körbe zur Förderung gesammelt. Die Lämpchen sind an den Stoß geklebt. Ein einfaches Wetterrad und die Wasserfäßchen deuten auf erhebliche

15) Die gleiche Darstellung der Wasserhebung ist in den in der Anmerkung 12 angeführten beiden Codizes vorhanden, deshalb schreibe ich auch dieses Bild dem Bergbau Nordtirols zu.

Digitized by Google

Wärme in den Bauen. Ganz oben sind zwei Wetterschächte durch Windfänge angedeutet.

Der Betrieb über Tage zeigt das Ausschlagen, Sieben, Siebsetzen und Waschen des Erzes in Schalen, sodann das Schmelzen der Erze in mehreren Öfen mit den zugehörigen Blasebälgen. In den unten gezeichneten fünf Hallen ist durch gestaltenreiche Gruppen das Feinbrennen und Probieren des Silbers und — ganz links — das Schlagen der Münzen dargestellt.

Die Gedenktafeln im Salzwerk Berchtesgaden[16])

Einzig in ihrer Art sind die Gedenktafeln im Salzwerk Berchtesgaden. Kein anderer Bergbau hat sich in ähnlicher Weise seine Geschichte selbst geschrieben.

Abb. 19. Gedenktafel im Salzwerk Berchtesgaden

Urkundlich erwähnt wird der Berchtesgadener Salzbergbau zuerst um 1150, das Ländchen gehörte damals einem Chorherrenstifte und blieb geistliches Eigentum, von 1560 ab als selbständige Propstei. Im Jahre 1795 wurde die Saline mit sämtlichen Wäldern an Bayern verpfändet. Noch dreimal sollte das Ländchen den Herrn wechseln. 1803—1805 fiel es an Ferdinand von Toskana, 1805—1809 gehörte es zu Österreich, dann wurde es endgültig mit Bayern vereinigt.

In dem Salzwerk sind an jedem der wichtigeren Baue marmorne Gedenktafeln angebracht, die vom Jahre 1517 bis in die Gegenwart reichen. Die älteste Tafel, Abb. 18, befindet sich außen am Portal des

[16]) Die Kunstdenkmale des Königreichs Bayern. Bd. I. T. 3, S. 2982. München 1905.

Digitized by Google

Peterbergstollens und stellt Christus am Kreuz mit Maria und Johannes dar; zu deren Füßen die Wappen des Stiftes Berchtesgaden und des Propstes Georg Rainer (1508—1522). Die Inschrift lautet: O noys coeptis fave. 1517. oder deutsch: O segne die neu begonnenen Arbeiten[17]). Auf der nächsten Tafel, Abb. 19, aus dem Jahre 1559 finden sich neben Maria mit dem Christusknaben die Wappen des damaligen Propstes Wolfgang Grießstädter und des Bergmeisters Metzeleitner. Die Inschriften lauten: Probst Wolfgang Griesstaet hat disen unser Frauen Saltzperg durch heren Jacoben Büttrich Coadjutoren anschlagen lassen, den 14 aprilis Im 1559 Jar. — Und weiter: Marc Metzenleitner, der zeit Pergmeister. Eine weitere große Zahl von Tafeln ist den geistlichen und weltlichen Fürsten, auch Frauen der regierenden Häuser gewidmet.

Freiberg in Sachsen

Wer heute das stille Erzgebirgstädtchen betritt, gewinnt nur nach näherer Umschau den Eindruck, daß er sich in der mehr als 700 Jahre alten ehrwürdigen Berghauptstadt der Lande der Wettiner befindet. Der Silberbergbau ist fast ganz erloschen, aber die vielen großen und kleinen Halden in der Stadt selbst und in der Umgebung sind beredte Zeugen für die ausgedehnten bergmännischen Arbeiten früherer Jahrhunderte. Auch leben die Erinnerungen an die große Vergangenheit heute noch fort und werden auf mannigfache Weise wach erhalten. Es sei nur erinnert an den Dom mit seinen weithin bekannten Kunstdenkmälern[18]), an die leider nur noch zum kleinsten Teile erhaltenen Stadtmauern mit ihren Gräben, Teichen und Türmen, vor allem dem trutzigen Donatsturm, an das Schloß Freudenstein, an die Bergakademie mit ihren zahlreichen Lehrgebäuden und berühmten wissenschaftlichen Sammlungen, an das Oberbergamt und die nahe gelegenen staatlichen Hüttenwerke Muldenhütten und Halsbrücke.

In der Aula der Bergakademie und dem Sitzungssaale des Oberbergamtes befinden sich zahlreiche Ölgemälde der Oberberghauptleute — die lange Zeit aus der Familie v. Schönberg hervorgingen —, der Berghauptleute und bedeutender Lehrer der Bergakademie. Die reichen Sammlungen des Altertumsvereins enthalten eine Fülle von Belegen für Freibergs Vergangenheit.

Seit dem Jahre 1897 schmückt den Obermarkt das auch in weiteren Kreisen bekannte Denkmal des Markgrafen Otto des Reichen, des Gründers der Stadt Freiberg. Es ist in romanischem Stil gehalten und hat die Form eines Zierbrunnens. Aus einer vierteiligen granitenen Schale, auf der vier Löwen als Wasserspeier stehen, erhebt sich ein von Säulen gestützter Sockel, der die überlebensgroße, in Erz gegossene Gestalt des

[17]) Freundliche Auskunft des Herrn Prof. D. Achelis, Leipzig.

[18]) Vgl. auch S. 11 „Der Kanzelträger im Dom", und S. 34 „Kleinodien der Berg- und Schmelzerknappschaft".

Digitized by Google

Markgrafen trägt, in der rechten Hand die Urkunde der städtischen Freiheiten, in der linken das gewaltige Schwert.

Der Schöpfer des Denkmals ist der Dresdener Bildhauer Georg Görne[19]).

An der Nordseite des Obermarktes ist ein altes Bürgerhaus bemerkenswert durch das Portal mit bergmännischen Darstellungen aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, leider ist es durch den Einbau von Läden der seitlichen Säulen und der Sitze beraubt worden[20]). Das Portal, Abb. 20, besteht aus einem reich mit Blattwerk und Medaillons verzierten Rundbogen, in dem geflügelte Engelsköpfe mit verschnörkelten Delphinen wech-

Abb. 20. Portal am Obermarkt in Freiberg (Phot. Reymann)

seln, darüber ein Giebelfeld, oben Schlägel und Eisen, seitlich zwei Vasen. In dem nahezu durch einen Halbkreis begrenzten Mittelfelde haben oben ein Schachtgebäude mit Haspel, darunter der Grubenbau mit schlägelndem Bergmann und einem zweiten mit einem Treckhunde Platz gefunden. Im Vordergrunde sind weitere Haspelschächte sichtbar, links ein Karrenläufer, ein höherer Bergbeamter und ein Erzausschläger.

Das Glasfenster im Korpshause der Teutonia-Freiberg

Beim Bau des Korpshauses der Teutonia in Freiberg stifteten alte Herren im Jahre 1910 auch Mittel, um die geräumige Diele mit einem

[19]) Gerlach, Heinr.: Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, Heft 34, 1897, S. 1.
[20]) Knebel, Konrad: Künstler und Gewerken der Bau- und Bildhauerkunst in Freiberg, sowie deren Werke. Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, 34. Heft, 1897, S. 8.

Digitized by Google

großen, buntfarbigen Glasgemälde zu schmücken. Der leider schon im Jahre 1912 verstorbene Freiberger Kunstmaler Mißbach lieferte dazu die Entwürfe. Drei Bergleute in der beim Freiberger Bergbau am Ende des 19. Jahrhunderts üblichen Tracht haben nach mühevoller, lange vergeblicher Arbeit endlich einen Anbruch gemacht, der letzte Schuß hat reiches Erz freigelegt, da glauben sie im Flimmern des Erzes den Berggeist zu schauen, Abb. 21. Das Fenster liegt gegen Westen; wenn die Strahlen

Abb. 21. Glasfenster im Korpshause der Teutonia Freiberg (Phot. Reymann)

der untergehenden Sonne durch die bunten Scheiben fallen, wirkt das Bild besonders schön. Die Abbildung gibt nur die Figurengruppe in schwarz nach den Mißbachschen Entwürfen, die Umrahmung ist fortgelassen.

Recht gut der Natur abgelauscht ist eine 34 cm hohe bergmännische Gruppe in Freiberger Arbeitstracht, die sich im Besitz der Bergakademie Freiberg befindet, Abb. 22. Sie wurde im Jahre 1925 von dem Dresdener Holz- und Elfenbeinschnitzer Karl Gutt gefertigt. Das Gestein und die Körper der Figuren sind aus Holz geschnitten, die Köpfe und Hände der

Digitized by Google

Figuren und die Werkzeuge aus Elfenbein. Ein höherer Bergbeamter, kenntlich an der Fahrhaube, beleuchtet mit der Blende das Gestein, in dem ein älterer, bärtiger Bergmann bohrt. Ein Hundestößer fördert einen Hund vorbei.

Ein prächtiges Schmuckstück besitzt die Bergakademie Freiberg in der goldenen Rektorkette, Abb. 23. Sie wurde am 27. Oktober 1906 ge-

Abb. 22. Bergmännische Gruppe. Von Karl Gutt, Dresden (Phot. Reymann)

legentlich der Einweihung der neuen Institute für Markscheidekunde und Metallographie von dem damaligen Könige Friedrich August der Bergakademie verliehen. Der Entwurf stammt vom Professor an der Kunstgewerbeschule zu Dresden Karl Groß; die Ausführung lag in den Händen des Dresdener Goldschmiedes Hermann Ehrenlechner. Die Zwischenstücke zwischen den einzelnen Kettengliedern sind mit seltenen Edelsteinen geschmückt, die dem Werner-Museum an der Bergakademie entnommen sind. Die letzten Glieder der Kette umschließen auf der einen Seite Schlägel und Eisen, das Wahrzeichen des Bergmannes, auf der

Digitized by Google

andern Seite Forkel, Krücke und Stecheisen, die Gezähe des Hüttenmannes. Den Schluß der Kette bildet das Freiberger Stadtwappen in Email. Der goldene Anhänger mit dem Bilde des damaligen Königs ist beiderseits mit zwei knienden Bergleuten in alter Tracht geziert, die Mulden mit Rotgiltigerz, dem schönsten Freiberger Silbererze, auf den Schultern tragen [21]).

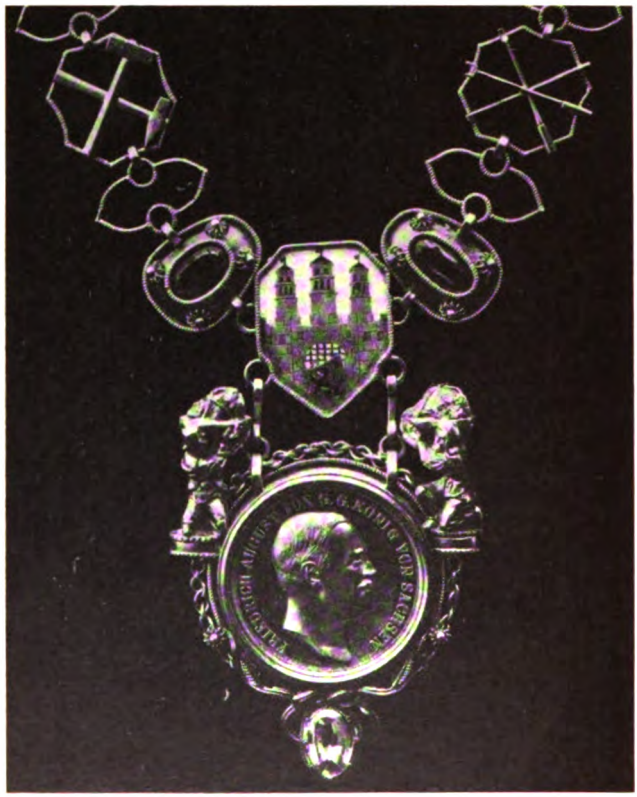


Abb. 23. Anhänger der Rektorkette der Bergakademie Freiberg (Phot. Reymann)

Prunkstücke der Knappschaften

Die Kleinodien oder Prunkstücke der Berg- und Hütten-Knappschaften wurden bei feierlichen Gelegenheiten aus den Ausbeuten der Gruben und Hütten von den Gewerken beschafft oder auch als fürstliche Geschenke

[21]) Papperitz, Dr. Erwin: Gedenkschrift zum hundertfünfzigjährigen Jubiläum der Königlich Sächsischen Bergakademie zu Freiberg. Freiberg 1916. S. 37.

Digitized by Google

den Knappschaften verliehen, seltener sind es Gelegenheitsgeschenke an einzelne Personen. Die Inschriften geben hiervon Zeugnis. Die Stücke sind je nach dem Vermögen des Geschenkgebers und auch je nach den von den Gruben geförderten Erzen aus edlen Metallen oder auch aus Zinn gefertigt.

Derartige Prunkstücke zierten nicht nur beim festlichen Mahle die Tafel, sie wurden auch bei Bergaufzügen mitgeführt, wertvolle Kruzifixe schmückten bei bergmännischen Begräbnissen den Sarg.

In den Akten des Freiberger Stollen- und Röschenadministrationsarchives finden wir folgenden Bericht[22]) über die Verwendung bei Bergaufzügen; es heißt dort bei Beschreibung des Freiberger Knappschaftsfestes am 16. und 17. Mai 1701:

Den ganzen Zug — der aus 1062 Mann bestehenden Bergparade — eröffnete der Marschall in einem weißtuchenen Berg-Habit und schwarzen Schachthüttchen, Alles mit Gold bordiret, Berg-Säbel, Gruben-Tasche, Kniebügel und mit Silber beschlagenem Stabe. Diesem folgten 4 Jungen-Steiger und 40 Berg-Jungen, in 10 Gliedern eingetheilt, die vordern 12 große zinnerne Knappschaftskannen auf den Achseln tragend, 1 Untersteiger als Schließender; hiernach 6 Berg-Sänger mit einer Cyther und alsdann neben einander 3 alte, dem Marschall gleich gekleidete Steiger, deren der zur rechten Hand der Löbl. Berg-Knappschaft Insignie, als silberne Schlägel und Eisen in der Hand, der Mittelste einen Berg-Trog mit Ertz-Stuffen uff der Achsel, und der zur Linken einen Anno 1679 bey damahliger Knappschaft von hohen Herren Gesellschaftern gestifteten großen silbern vergöldeten Knappschafts-Becher uff gleiche Art vorgetragen usw.

Im folgenden habe ich einige derartige Prunkstücke beschrieben.

Die Goslarer Bergkanne[23])

Ein Schmuckstück von hervorragendem Kunstwert, übrigens das älteste mir bekannt gewordene Stück, das auf den Bergbau Bezug hat, ist die Goslarer Bergkanne, Abb. 24. Die Kanne selbst ist 57 cm hoch, der Deckel außerdem 27 cm. Über die Herkunft dieses Meisterwerkes deutscher Goldschmiedekunst ist nichts bekannt, eine Meistermarke fehlt. Bei den Festen der Berg- und Hüttenherren mag sie als Weinkanne gedient haben; sie stammt laut Inschrift am Fuß vom Jahre 1477, und besteht aus Silber mit vergoldeten Verzierungen. Der Fuß ist, wie der ganze Körper der Kanne, elfteilig und mit reichem, durchbrochenem Ranken- und Blattwerk geschmückt. Der in zwei Buckelreihen aufgelöste Bauch der Kanne wird von einem aus gotischem Blattwerk gebildeten Kranze umgeben, aus dessen Blütenkelchen zehn Brustbilder musizierender Figuren herauswachsen. Die

[22]) Gerlach, Heinrich: Die Freiberger Berg- und Hütten-Knappschaft, ihre Kleinodien und Feste. Mitt. vom Freiberger Altertumsverein 1867, S. 595.

[23]) Wolff, Dr. Carl: Die Kunstdenkmäler der Provinz Hannover. Regierungsbezirk Hildesheim. Hannover 1901. S. 292.

Digitized by Google

elfte Figur hält ein Wappenschild mit dem goslarischen schwarzen Adler auf Goldgrund, Abb. 25. Der reich verzierte Klappdeckel ist auf einem kronenförmigen Ringe in Gestalt einer schlanken, sechsteiligen, durchbrochenen gotischen Spitzkuppel aufgebaut, die wie ein Baldachin die Reiterfigur des heiligen Georg als Drachentöter umschließt. Um den unteren Rand der Kuppel gewahrt man einen springenden Löwen, dann zwei Bergleute am Haspel, weiter einen Erzwagen, davor ein Pferd in der Gabel mit Reiter. Es folgen dann drei Jagdszenen. Die Figuren sind 15 mm hoch und nur auf der dem Beschauer zugewendeten Seite ausgeführt. Die Rückseite ist unbearbeitet. Die Arme der die Kuppel krönenden Kreuzblume halten

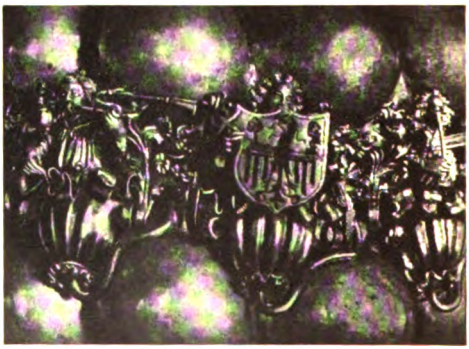


Abb. 24. Goslarer Bergkanne (Photo Günther, Goslar)

Abb. 25. Zur Goslarer Bergkanne

einen blau emaillierten Knauf, der den goslarischen Adler trägt. Der Henkel ist als schlanker Drache gestaltet.

Die Rammelsberger Bergkanne

Der Rammelsberger Bergbau kann sich rühmen, eine silberne, zum Teil vergoldete, künstlerisch sehr wertvolle Bergkanne, Abb. 26, zu besitzen. Die Höhe mit Deckel beträgt 40 cm, der Durchmesser des Körpers etwas über 16 cm. Sie faßt fünf Flaschen Wein, eine eingebaute Fahrt (Leiter)

Digitized by Google

hat 18 Sprossen. Man sagt, daß, während die Kanne in feierlicher Tafelrunde kreiste, jeder Teilnehmer einen Spruch zu sagen und dann einen Trunk zu tun hatte, so daß eine weitere Sprosse frei wurde.

Darauf bezieht sich der im Innern des Deckels eingegrabene Spruch:

Des Königs stetes Glück
Des Herzogs Wohlergehen
Und das der theure Harz
Der Beyden eigen ist
Das Bergwerk und die Forst
In steten Flor mög stehen:
Das wünsche, der du jetzt
Zu trinken fertig bist.

Der Boden trägt die Inschrift: H. H. Schuemacher / Inventor Wolffenb. / A: 1732 / DIE FEINHEIT 13 Loht 11 gr. Ferner sind vorhanden 3 Marken, einmal der Beschaustempel 32, darüber eine kleine Krone (abgekürzte Jahreszahl) und zweimal H. S.

Am Umfange ist der Fuß reich verziert. Bergleute im Schachthut und Kittel mit langem Leder und Gürtelschloß (Tscherpertasche?), Pumphosen mit Gamaschen und Kniebügeln, dazu Schuhe, im linken Arm die Barte — ein ausgezimmerter Wasserhaltungsschacht mit Handpumpe — ein Bergmusikant mit Blasinstrument — das Siegel des „Königl. Chur. u. Fürstl. Br. Lün. Commun Bergamts z. Zellerfeld" — ein Bergmann mit Laute — zwei Bergleute am Haspel über einem Schachte — ein Medaillon mit der Inschrift GLCCK AUFF — ein Rutengänger — ein kniender Bergmann, der an einem Felsen schlägelt — des Rammelsbergischen Bergwerks begabt Siegel v. Hern Julio H Z B V L 70 (Herzog zu Braunschweig und Lüneburg) — ein Bergbeamter, kenntlich an der Halskrause, mit Steigerhäckchen und Froschlampe — ein weiterer Bergbeamter, einen Erztrog auf der Schulter, in der anderen Hand ein Steigerhäckchen.

Der Körper der Kanne ist mit drei größeren und fünf kleineren Medaillons verziert. Von den größeren ist das eine der Forstwirtschaft gewidmet. Die im Vordergrunde stehende mächtige Tanne wird gefällt. Das Meilern und die Aufbereitung des Holzes sind dargestellt. Auch die vorbildliche Wasserwirtschaft des Harzes kommt zu ihrem Rechte, ein Kunstgraben wird mit Hölzern überdeckt und mit Reisig belegt. — Das zweite Medaillon zeigt den Serenissimorum-Schacht mit eingebauten Pumpen und Fahrten, daneben einen Strossenbau mit Bergleuten und einen ausgezimmerten Stollen. Ein Feldgestänge ist von einer Radstube zum Schachte geführt. Eine Wäsche mit Handherden, im Hintergrunde ein größerer Ort mit Kirche und ein Bachlauf mit mehreren Teichen in bewaldeter Gegend kennzeichnen trefflich die Harzer Landschaft. — Das dritte Medaillon stellt als andere Eigentümlichkeit des Rammelsberger Bergbaus das Feuersetzen in großen Weitungsbauen dar. Darüber der Rammelsberg mit dem Anläuteturm und mehreren Göpeln, rechts Julius-Hütten.

Digitized by Google

Die fünf kleinen Medaillons versinnbildlichen die fünf durch den Rammelsberger Bergbau gewonnenen Metalle. Das Gold ☉ wird durch den von einem Strahlenkranze umgebenen Apollo dargestellt, in der Linken die Leier, in der Rechten einen Stab haltend. Zu seinen Füßen eine Schlange. Das Silber ☽ wird in der Gestalt der Diana mit Bogen und Köcher, von einem Hunde begleitet, gekennzeichnet, das Kupfer ♀ durch Venus mit

Abb. 26. Die Rammelsberger Bergkanne

dem Amor, zu ihren Füßen zwei schnäbelnde Tauben. Das Blei ♄ ist durch Saturn als bärtigen Mann, auf den Armen ein Kind haltend, auf der Schulter die Sense, das Eisen ♂ durch Mars mit Schild und Schwert personifiziert. Das Zink, das in den Erzen des Rammelsberges in großen Mengen als Zinkblende vorhanden ist, fehlt, entsprechend dem Stande der Hüttentechnik der damaligen Zeit.

Der Henkel der Kanne wird von einer Frauengestalt (Fertilitas) gebildet, deren Oberkörper mit sieben Brüsten entblößt ist, die Arme sind in die Seiten gestemmt. Das lang herabwallende Haar wird durch eine

Digitized by Google

Mauerkrone und einen Schleier zusammengehalten, mit dem die Figur an der Kanne befestigt ist. Um die Hüften und Oberschenkel laufen zwei breite Ringe, der obere ist mit Hirschwild, der untere mit weidenden Rindern verziert. Das faltenreiche Gewand läßt die Fußspitzen frei. Um den stützenden Sockel ringelt sich eine Schlange.

Abb. 27. Die Clausthaler Bergkanne (Phot. Borrmann)

Der stark gewölbte Deckel ist mit Mineralstufen belegt, darunter auch schön kristallisiertes Rotgiltigerz (wohl von St. Andreasberg). Auf dem vierseitigen Postament in der Mitte sitzt ein geflügelter Greif, der in der einen Klaue das Eisen, in der anderen ein leider nur zum kleinsten Teil erhaltenes Schriftband hält. Es ist nur noch der Buchstabe M sichtbar. Vielleicht hieß die Inschrift COMMUNIO.

In die Wölbung des Deckels sind zwei Medaillons und 2 Münzen eingelassen, die Flächen dazwischen durch Rankenwerk verziert. Das eine Medaillon trägt die Inschrift: CON / CORDIA / IN / COMMUNI / ONE

Digitized by Google

(Einigkeit in der Gemeinschaft) von Palmzweigen umgeben. Das zweite Medaillon zeigt das Springende Roß in bergiger Gegend von Lorbeerzweigen umgeben. Von den beiden Münzen zeigt die eine den Kopf Georgs II., die andere das Brustbild des Herzogs August Wilhelm. Es wird hierdurch angedeutet, daß der Rammelsberg sich im gemeinsamen Besitz der beiden Linien des Hauses Braunschweig-Lüneburg befand.

Die Clausthaler Bergkanne

In der Größe der Rammelsberger Kanne gleich, ist die Clausthaler Bergkanne, Abb. 27, als Münzhumpen in der Ausführung doch völlig verschieden, ebenso durch die fünf auf dem Deckel angebrachten bergmännischen Figuren, ferner ist sie etwa 80 Jahre älter als jene, sie dürfte nach den Münzen zu urteilen etwa vom Jahre 1654 stammen.

Auf den zehn am Körper der Kanne eingelassenen Münzen sehen wir das springende Roß über einer Landschaft, darüber noch die aus den Wolken ragende Hand, die einen Lorbeerkranz hält. Nach Fiala[24]) zeigt die nicht sichtbare Vorderseite das gekrönte Monogramm CL (Christian, Ludwig) inmitten eines Kranzes. Darum im Kreise die 14 Wappen der Braunschweig-Lüneburgischen Lande. Die Rundschrift lautet: Sincere et Constanter· in halber Höhe: Anno · L · W · 1654. Die Flächen zwischen den Münzen sind durch gravierte Darstellungen ausgefüllt.

Rechts auf der Abbildung ist ein gezimmerter Schacht sichtbar, daneben auf drei Sohlen schlägelnde Bergleute, darüber Bergbeamter mit Steigerhäckchen.

Der ausladende Fuß ist mit Hirschwild im Walde, einem Hunde, Wildschweinen, einem Bären, von Hunden verbellt, und einem Fuchs verziert.

Besondere Beachtung verdienen die fünf Bergmannsgestalten auf dem Deckel, die zwar überschlank, im übrigen aber künstlerisch gut durchgeführt sind. In der Mitte der Wünschelrutengänger, 85 mm hoch, ihm zur Seite zwei Karrenläufer, die Erze fördern, davor ein Mann mit einer Erzmulde auf der Schulter, hinter dem Rutengänger ein kniender Bergmann, der an einer Stufe schlägelt. Zwischen den Figuren ist der Deckel durch Blumen — Rose, Tulpe, Nelke, Sonnenblume — verziert.

Im Deckel finden sich in großen Buchstaben die folgenden drei Sprüche:

Wehr fahren will hinnein
In diese tieffe Quelle
Der fahre ja nicht offt
Sonst fehrt er in die Helle.

[24]) Fiala, Edmund: Das neue Haus Lüneburg. Celle zu Hannover. Bd. I, S. 219. — Gefällige Mitteilung des Herrn Prof. Dr. Schwinkowski, Münzmuseum, Dresden.

Digitized by Google

So viell Tropfen helt dies Meer
So viell Green die Kanne schwär
So viell Glück zum langen Leben
Wolle Gott dem Steiger geben.

Wer fuhren will hinein in diese Silber Zeche
Der sehe jawohl zu, das er kein Bein zerbreche
Der suse Göttertranck fährt Manchen hinaus
Wer nicht woll fahren kann, der gehe heimo nach haus.

Abb. 28. Pokal der Grünthaler Hüttenknappschaft

Der Grünthaler Pokal[25])

Der Pokal befindet sich zur Zeit im Grünen Gewölbe zu Dresden, er ist im Jahre 1625 von dem berühmten Goldschmied David Winkler zu Freiberg gefertigt. Der Kelch, Abb. 28, ist mit drei kleineren und drei größeren Reliefs verziert, die das Verschmelzen der Kupfererze und die Trennung des Kupfers und Silbers darstellen. Als Beispiel ist in der Abb. 29 die Arbeit am Frischherd wiedergegeben.

Abb. 29. Zum Grünthaler Pokal. Die Arbeit am Frischherd

[25]) Gerlach: Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, 1869, S. 615. — Kunckel: desgl. 1894, S. 50.

Digitized by Google

Zwischen den Medaillons befinden sich drei hübsch ausgeführte Putten, von denen die eine einschenkt, die andere trinkt, während die dritte in Schlaf versunken ist. Auch die Unterseite des Fußes ziert ein kunstvolles Kreisrelief: Bacchus reicht der Venus den Becher, Venus dem Bacchus ein Herz.

Einen Hauptschmuck des Pokals bildet die Deckelfigur: ein Schmelzer, in der linken Hand die Forkel haltend, in der Rechten ein Wappenschild.

Am Lippenrand des Pokales findet sich die Inschrift: Der Churf. Sächs. Saigerhvtt Grvnthal Gerechtigkeit vnd Wielkomm 1625.

Die Kleinodien der Freiberger Berg- und der Schmelzerknappschaft[26])

Hervorzuheben sind ein hölzernes mit Silberblech überzogenes, reich verziertes Schlägel und Eisen vom Jahre 1534 und ein ebensolches Hütten-

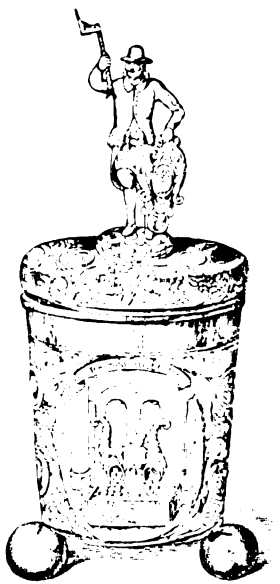


Abb. 30. Weinhumpen der Freiberger Bergknappschaft, 1679

Abb. 31. Weinhumpen der Freiberger Schmelzerknappschaft, 1684

zeichen, das die Jahreszahl 1660 und die Namen der damaligen Hüttenmeister trägt.

[26]) Knebel, Konrad: Die Freiberger Goldschmiedeinnung, ihre Meister und deren Werke. Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, Heft 31, 1894, S. 53, 77 u. 85.

Digitized by Google

Ferner sind Weinhumpen vorhanden, einer der Bergknappschaft gehörig, Abb. 30, einschließlich der Bergmannsfigur auf dem Deckel 38 cm hoch, silbervergoldet, er ruht auf drei Kugelfüßen und ist mit drei getriebenen Medaillons und eingelassenen Silbermünzen geschmückt. Die Medaillons haben die folgenden Inschriften: Such, schürffe, fahre ein. Dar-

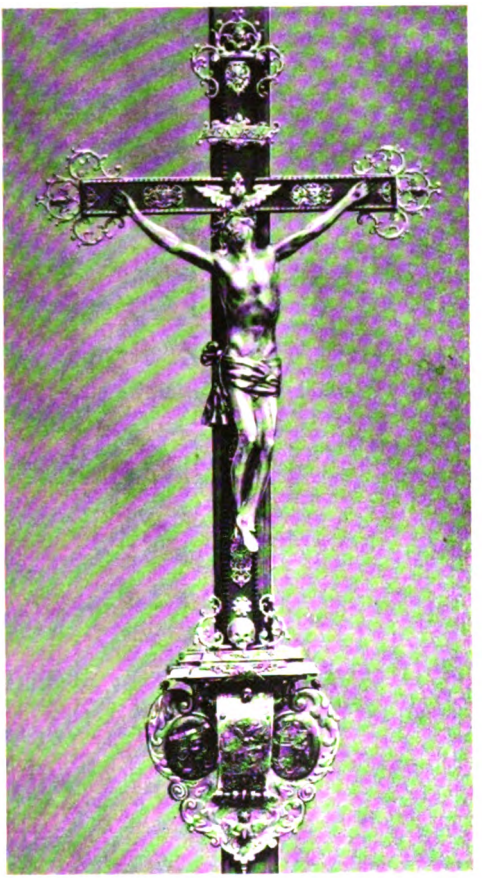


Abb. 32. Auflegekreuz der Schmelzerknappschaft, 1664

gestellt sind ein Rutengänger, ein Schürfer und zwei in einen Schacht einfahrende Bergleute. Ferner: Zerstuffe fest Gestein. Ein Schacht mit Haspel und zwei Bergleute im Strossenbau. So nimstu Ausbeut ein. Ein Knappe schüttet aus zwei Füllhörnern Münzen in eine Truhe. Den Deckel

Digitized by Google

zieren Darstellungen der Wäschearbeit, die ihn krönende Bergmannsfigur hält eine Barte in der rechten Hand, in der linken einen Schild mit Schlägel und Eisen. Im Innern des Humpens ist an der Seite eine Fahrt (Leiter) von 14 Sprossen mit ausfahrendem Bergmann angebracht. Der Humpen ist im Jahre 1679 von dem Freiberger Goldschmied Andreas Müller gefertigt.

Von dem gleichen Meister stammt der der Schmelzerknappschaft gehörige Humpen, Abb. 31, vom Jahre 1684. Er ist 40 cm hoch und ruht auf drei Kugelfüßen, die aufgebrochene Granatäpfel darstellen. Den Kelch schmücken drei getriebene Medaillons inmitten schön geschwungenen Blattwerks, den Treibeherd, das Erzrösten und das Schmelzen im Schachtofen darstellend. Von hohem künstlerischem Wert ist die Gestalt des Schmelzers auf dem Deckel, er trägt unter dem rechten Arme einen Silberkuchen und hält in der linken Hand eine Forkel.

Durch edle Auffassung bemerkenswert ist ein Auflegekreuz aus schwarz gebeiztem Holz, mit getriebenen, zum Teil vergoldeten Silberauflagen reich geschmückt; es ist 96,5 cm hoch, der Körper 39 cm. Abb. 32 gibt nur den oberen Teil. Zu Füßen des Gekreuzigten der Totenkopf, zu Häupten die Taube sind die Sinnbilder der Überwindung des Todes. Am Fuß des Kreuzes befinden sich drei kleine Medaillons: in der Mitte die Kreuztragung des Herrn, links ein Schmelzofen, rechts ein Treibeherd. Das Kreuz wurde aus Mitteln der Schmelzerknappschaft im Jahre 1664 von dem Freiberger Silberschmidt Samuel Linse hergestellt.

Die Schale von Warmbrunn

In der Reichsgräflich v. Schaffgotschschen Waffensammlung zu Warmbrunn befindet sich eine in Kupfer getriebene, vergoldete Schale, kreisrund mit zwei Henkeln, Abb. 33. Im Mittelfelde zeigt sie einen schlägelnden Bergmann, der Rand ist achtteilig. Auf der Rückseite findet sich in großen Buchstaben die folgende dreizeilige Inschrift:

Die Ankunft mein vor (war) Eisen hardt
Ein Bergwerk mußt ich graben starck.
Da man mich nit mehr brauchen kundt,
Warf man mich in den Cimentgrundt,
Das Wasser zu Kupfer mich temperiert.
Bin worden ein Schall (Schale) mit Goldt verziert.

Über die Herkunft der Schale ist nichts Näheres bekannt, doch geht aus der Inschrift hervor, daß das Stück von einer Kupfergrube herstammt, in der die Erze mit Schlägel- und Eisenarbeit gewonnen und das Kupfer durch Zementation (Fällen durch Eisen aus der Lösung) ausgebracht wurde.

Digitized by Google

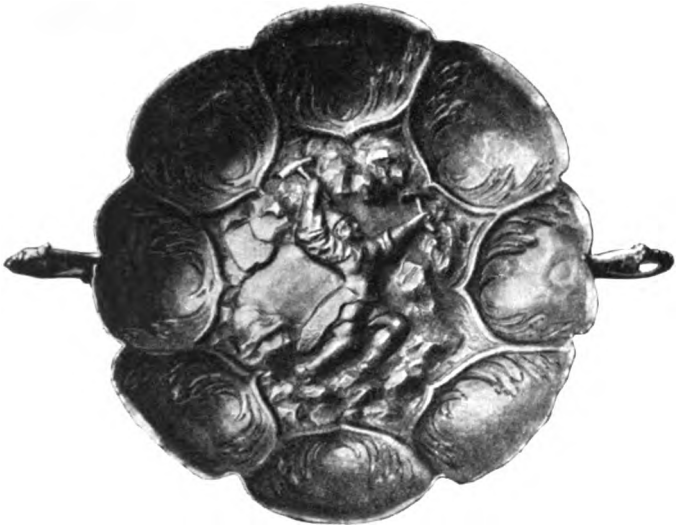


Abb. 33. Schale von Warmbrunn

Der Schwarzburger Gold-Pokal[27])

Das einzige, mir bekannt gewordene Prunkstück aus deutschem Golde, das aus diesem Grunde hier Erwähnung verdient, ist ein Pokal von 35 cm Höhe, den der Fürst Christian Wilhelm von Schwarzburg im Jahre 1719 anfertigen ließ, Abb. 34, und der seitdem in der fürstlichen Silberkammer des Schlosses Sondershausen aufbewahrt wird. Er erinnert an die wiederholten, aber dann wieder als unwirtschaftlich aufgegebenen Versuche, die alte Goldgewinnung im Schwarzatale in Thüringen neu zu beleben. Im Deckel zeigt er eine lateinische Inschrift; die Übersetzung lautet etwa: Der allerdurchlauchtigste Fürst und Herr Christian Wilhelm, Fürst von Schwarzburg usw. befahl, diesen Pokal aus Gold der heimischen Erde, welches das Goldisthal hervorgebracht hat, zur Erinnerung und zum ewigen Gebrauch der späteren Fürsten herzustellen.

Abb. 34. Schwarzburger Gold-Pokal

[27]) Heß von Wichdorff: **Beiträge** zur Geschichte des Thüringer Bergbaus usw. T. I: **Die Goldvorkommen des Thüringer Waldes** und Frankenwaldes und die Geschichte des **Thüringer Goldbergbaus und der Goldwäscherei.** Archiv f. Lagerstätten-Forschung, Heft 4. 1914.

Digitized by Google

Trachten der Berg- und Hüttenleute

Meißener Porzellan

Aus den Jahren 1749—1751 besitzen wir in der staatlichen Manufaktur zu Meißen gefertigte, künstlerisch ausgeführte Bergmannsfiguren und Gruppen solcher bei der Arbeit. Die einzelnen Figuren sind etwa 25 cm hoch. Die Abb. 35 zeigt einen jüngeren Bergbeamten in langer Lockenperücke, in der rechten Hand das Steigerhäckchen haltend.

Abb. 35. Meißener Porzellan, um 1750

Volkstümliche Schnitzereien

Der Erzgebirger bastelt gern, was soll er auch mit den langen Winterabenden anfangen. Die Familie sitzt um den schweren Holztisch, vielleicht mit den Nachbarn zusammen, die Frauen klöppeln, die Kinder sind mit leichter Handarbeit beschäftigt, die Männer schnitzen zum Teil an gewerbsmäßiger Heimarbeit, zum Teil aus Freude an der Kunst. Dabei werden Märchen und Schwänke erzählt oder Lieder gesungen. Für die Weihnachtszeit werden Kronen und Krippen zusammengebaut; Bergleute, natürlich in Paradetracht, in der Schneeberger Gegend auch Blaufarbenwerksleute in weißem Arbeitshemd, großem Schlapphut und blauer Schürze oder Engelsgestalten werden in allen Größen geschnitzt und bunt bemalt. Sie schmücken als Leuchter mit brennenden Kerzen den Weihnachtstisch.

Digitized by Google

Freilich fallen diese Gestalten im allgemeinen recht steif aus, doch es gibt auch Ausnahmen wie die beiden tanzenden Bergleute der Abb. 36.

Abb. 36. Tanzende Bergleute. Holzschnitzerei im Freiberger Altertumsmuseum (Phot. Reimann)

Abb. 37. Holzschnitzerei von Kaltofen

In den Gegenden, in denen Zinnbergbau getrieben wird, werden auch vielfach Bergleute als Lichthalter aus Zinn gegossen.

Digitized by Google

Der Holzbildhauer Ernst Kaltofen in Dresden[28])

Hier muß auch eines Mannes aus dem Volke gedacht werden, der sich aus kleinsten Verhältnissen zu hoher Künstlerschaft emporgeschwungen hat. Kaltofen wurde 1841 zu Oberlangenau bei Freiberg als Sohn eines einfachen Bergmannes geboren. Mit 13 Jahren begann er die Bergarbeit als Wäschjunge; vom Vater lernte er in seinen Mußestunden die Schnitzarbeit. Erst im Jahre 1871 trat er in die Holzbildhauerei von Richard Görn in Dresden als Arbeiter ein, wurde bald Werkmeister und verblieb dort, bis das Geschäft im Jahre 1899 aufgelöst wurde. Auch in dieser Zeit schnitzte er gelegentlich seine geliebten Bergleute. Seine Arbeiten hatte auch der Begründer und Leiter des Museums für sächsische Volkskunde in Dresden Professor Seyffert kennengelernt; auf dessen Anregung machte sich Kaltofen selbständig und schnitzte nun vornehmlich Vorwürfe aus dem Bergmannsleben. Abb. 37 zeigt ein in meinem Besitz befindliches Relief: zwei Bergbeamte in alter Tracht beraten sich bei Morgengrauen vor der Einfahrt auf einer Halde, links ein Haspel.

Im Oktober 1922 hat Kaltofen, fast 81 Jahre alt, in Dresden die letzte Schicht verfahren.

Studienkopf eines Schachthauers von L. G. Schmidtbauer[29])

Der Künstler hat im Jahre 1926 eine Mappe mit 9 Steindrucken dem oberschlesischen Kohlenbergbau gewidmet. Er behandelt sowohl den Be-

Abb. 38. Schachthauer von Schmidtbauer

[28]) Wappler: Vom bergmännischen Bildschnitzer Ernst Kaltofen in Dresden. Freiberg 1907.

[29]) Mit Genehmigung des Bavaria Verlages, Gauting vor München.

Digitized by Google

trieb über als auch unter Tage. Besonders treffend ist der Kopf des Schachthauers, Abb. 38, gezeichnet; in diesen markigen Zügen spricht sich die Besonnenheit, aber auch die Tatkraft des durch langjährige, schwierige Arbeit gestählten Mannes aus.

Der breitkrämpige Hut gehört zu dem wasserdichten Anzuge, den die Schachthäuer zum Schutze gegen das Tropfwasser bei der Arbeit anlegen.

Ausbeutemünzen[30])

Viel begehrt von Sammlern als Werke bergmännischer Kleinkunst sind die Ausbeutemünzen. Sie wurden namentlich im 16. und 17. Jahrhundert aus den Erträgen des Silberbergbaus im Erzgebirge, in Thüringen, im Harz usw. als ein- und mehrfache Speziesthaler oder als Denkmünzen geprägt und tragen Inschriften und Darstellungen, die auf die Örtlichkeit des Bergbaus Bezug haben.

Die St. Anna-Medaille

Zu den gesuchtesten Ausbeutestücken gehört die Denkmünze der Grube St. Anna bei Freiberg[31]), die auf die Errichtung einer Wasserleitung über das Muldental hinweg 1690 im Gewicht von 1 Mark Silber, 80 mm im Durchmesser, geschlagen wurde (Abb. 39 u. 40). Die Vorderseite zeigt das später Altväterbrücke genannte Bauwerk mit der Wasserleitung, bestehend aus sechs hohen steinernen Bogen, der übrige Teil, noch unvollendet, ist in Holzbau ausgeführt. Links befindet sich der Pferdegöpel, im Vordergrunde eine Radstube, von der aus ein Feldgestänge zu einem Kunstschacht geführt ist. In der Nähe sind noch zwei weitere Schächte sichtbar, zu denen ein Gestänge abzweigt. Die darüber befindliche Schrift in großen Buchstaben lautet:

Was Menschenhand durch Gott thun kann
Das sieht man hier mit Wunder an.

Am unteren Rande befindet sich in einer verzierten Kartusche die Inschrift St. Anna.

Die Rückseite zeigt die aus Wolken Ausbeute spendende Hand Gottes, rechts einen Göpel mit Förderschacht; die damals vielfach noch im Gebrauch befindlichen Förderketten sind gut sichtbar. Weiter links ein Wasserhaltungs- und Fahrschacht, darin das Kunstrad mit Gestänge und

30) Riechmann, A., u. Co., Sammlung Karl Vogelsang. Ausbeute- und Bergwerksmünzen und -medaillen. Halle (Saale) 1925. Nr. 1087, Tfl. XXV, und Nr. 558, Tfl. XXVI.

31) Kretzschmar, Dr. C.: Die Altväterbrücke bei Freiberg. Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen, 1894. — Knebel, K.: Mitteilungen vom Freiberger Altertumsverein, 1908, S. 131.

Digitized by Google

Abb. 39
Vorderseite

Abb. 40
Rückseite

Abb. 39 u. 40
St. Anna-Medaille

Digitized by Google

Pumpensätzen, ein gezimmerter Stollen mit Karrenläufer und ein Haspelschacht, ferner ein Strossenbau mit arbeitenden Bergleuten.

Die Randschrift:

GIB ZVBVS ARBEIT WARTT DER ZEIT
ES FOLGT AVSBEVT DIE DICH ERFREVT

gibt die Jahrzahl 1690[32]). Es gibt auch Stücke mit der Randschrift: ZUM MEISNER ROTHEN FURTH HAT AUF ST. ANNEN SCHACHT — BEI FREYBERG GOTT UND FLEIS UNS DIESE AUSBEUT BRACHT.

Unter den vielen Braunschweigisch-Lüneburgischen Ausbeutestücken, die im Werte von 2- bis 10fachen, ja selbst 16fachen Speziesthalern ausgeprägt wurden, ist die silberne Medaille ohne Jahresangabe von Hg. Bohnhorst, 65 mm Durchmesser, aus der Zeit Ernst Augusts, Bischofs zu Osnabrück, 1679—1698, neue Linie Lüneburg, hervorzuheben, Abb. 41 u. 42. Sie zeigt auf der Vorderseite den Saturn mit Stelzfuß, nach links schreitend, das Zeichen des Bleies auf dem Gewande mit zwei Füllhörnern auf den Schultern, enthaltend Münzen und Erz, dahinter im Doppelkreis: Sic veniunt[33]): „So kommen sie", nämlich die Reichtümer der Berge. Die bergbauliche Darstellung ist die schönste, die ich auf einer Harzer Münze kenne, in allen Einzelheiten ungemein sorgfältig durchgeführt: Rechts ein Pferdegöpel, in dessen Innerem man das angeschirrte Pferd und den Treiber sieht, dazu das Feldgestänge und der Kunstschacht, darunter ein Stollen mit einer Anzahl arbeitender Bergleute, weiter links ein Rutengänger, dann ein schürfender Bergmann; ein weiterer Göpel und eine Erzwäsche mit Wasserrad, dahinter ein zweites Feldgestänge; ein Erzwagen und rauchende Hüttengebäude vervollständigen das landschaftliche Bild. — Auf der Rückseite schreitet Saturn, ebenfalls mit Stelzfuß, aber geflügelt, nach rechts und schüttet aus einem Füllhorn Münzen in einen Brunnen. Darüber: Sic abeunt[33]). — „So verschwinden sie." Im Hintergrunde Stadtansicht; vorn rechts Bewaffnete mit Speeren, links ein radschlagender Pfau[34]).

---

[32]) Der Silbersegen bei der Grube St. Anna war leider nur vorübergehend: zwar wurden in den Jahren 1695 bis 1705 fast 20 000 Taler an die staatliche Zehntenkasse abgeführt, die Gewerken aber gingen leer aus. Im Jahre 1758 mußte die Grube wegen starker Wasserzugänge aufgelassen werden. Brücke und Wasserleitung dienten dann noch bis zum Jahre 1795 benachbarten Gruben. Als auch diese den Betrieb einstellten, verfiel das Werk allmählich und wurde endlich wegen Baufälligkeit und Gefährdung des Verkehrs durch Sprengung der Pfeiler im Jahre 1893 beseitigt. Übrigens ist die Brücke auf der Medaille stark überhöht dargestellt, sie war in Wirklichkeit 186,70 m lang, ihre größte Höhe über dem Grunde des Flußbettes der Mulde betrug 23 m.

[33]) Rehtmeier, P. J.: Braunschweigisch-Lüneburgische Chronica, zusammengetragen durch H. Bünting u. J. Letzner, Braunschweig 1722. Bd. III. S. 1730, übersetzt: „So sichet man sie kommen. Also hinweggenommen." Er nimmt als Jahr der Prägung 1680 an. — Man könnte auch frei übersetzen: Wie gewonnen, so zerronnen.

[34]) Fiala 2308.

Digitized by Google

Die sinnbildlichen Darstellungen des Saturn als Gott der Zeit und Ewigkeit sind sehr mannigfaltig. Er ist geflügelt wegen der Flüchtigkeit der Zeit, er wird gealtert dargestellt, um die zerstörende Macht der Zeit

Abb. 41. Vorderseite

Abb. 42. Rückseite

Abb. 41 und 42
Ausbeutemünze aus der Zeit Ernst Augusts, Bischofs zu Osnabrück. 1679 bis 1698

anzudeuten. Saturn mit Stelzfuß kann ich anderswo nicht nachweisen, aber auf einen Krückstock oder auf zwei Krücken sich stützend kommt er vor.

Digitized by Google

Erklärung der technischen Ausdrücke

Im Bergbaubetriebe nennt man das Suchen nach Erzen an der Erdoberfläche schürfen, eine hierbei entstehende Vertiefung Schurf. Ein Stollen wird wagrecht in das Gebirge vorgetrieben und führt das Wasser aus dem Gebirge ab; der Betrieb über dem Stollen heißt Stollenbau. Ein Erbstollen ist ein tiefer unter anderen Stöllen angesetzter Stollen, der mit gewissen Rechten ausgestattet ist (z. B. $^1/_{10}$ Anteil an der Erzgewinnung der Gruben, die er entwässert). Ein Schacht führt angenähert senkrecht in die Tiefe und leitet den Tiefbau ein, er dient außer der Förderung verschiedenen Zwecken. Für die Fahrung der Mannschaft sind darin Fahrten, Leitern, eingebaut, er bringt frische Luft, Wetter, in die Grube. Ein Kunstschacht nimmt die Einrichtungen für die Wasserhebung auf. Kleinere Schächte sind mit einem hölzernen Häuschen, Kaue, überbaut, in dem der Handhaspel mit wagrechter Seilwelle steht. Zur Förderung aus tieferen Schächten dient der Göpel mit senkrechter Seilwelle, an der wagrechte Hebel zum Anschirren der Pferde befestigt sind.

Die Wasserkraft wurde für die Wasserhebung vielfach in der Weise nutzbar gemacht, daß am nächsten Wasserlauf in einer Radstube ein Wasserrad, Radwerk, Kunstrad, erbaut und von dessen Kurbel aus ein Gestänge, Feldgestänge, zum Schachte geführt wurde. Mittels Winkelhebel war das Schachtgestänge angeschlossen, das zur Bewegung der Schachtpumpen diente.

Wurde Wasserkraft zur Förderung im Schachte benutzt, so mußte die Möglichkeit bestehen, ein volles Gefäß aufzuholen und gleichzeitig ein leeres niederzulassen. Ersteres wurde oben entleert, letzteres unten gefüllt, um dann aufgeholt zu werden. Das Wasserrad mußte daher mit zwei Radkränzen, einer für Rechtsdrehung, der andere für Linksdrehung, Kehrrad, und mit zwei Seilkörben versehen sein.

Das Grubenmaß (abgekürzt auch „die Maß") war in den einzelnen Ländern und Revieren und auch nach der Art und Weise der Erzvorkommen verschieden. Es hatte z. B. im Freiberger Revier bis zum Jahre 1851 für denjenigen, der einen Erzgang zuerst fand, 60 Lachter oder Klafter = 2 m Länge auf diesem Gange und 7 Lachter Breite, für diejenigen, die auf der Verlängerung dieses Ganges bauten, 40 Lachter Länge und ebenfalls 7 Lachter Breite.

Die ältere Gesellschaftsform für den Bergbaubetrieb war vornehmlich die Gewerkschaft. Die Teilhaber hießen Gewerken, die Anteile Kuxe. Das für einen bestimmten Zeitabschnitt (Vierteljahr, Jahr) etwa benötigte Betriebskapital wurde von den Gewerken anteilig als Zubuße durch den nicht gerade gern gesehenen Zubußboten eingezogen, ein Betriebsgewinn wurde in gleicher Weise als Ausbeute verteilt, häufig in Gestalt von Ausbeutetalern oder Gedenkmünzen. — Es kam aber auch vor, daß mehrere Arbeiter die ihnen verliehene Grube, das Lehen, selbst bearbeiteten, sie wurden

Digitized by Google

Eigenlehner, oder da sie sich den Lohn aus dem Erzverkaufe selbst zahlten, auch Eigenlöhner genannt.

Berge im Gegensatz zum metallhaltigen Erz nennt der Bergmann das Gestein, das mit herausgehauen werden muß. Das Gebirge unter sich nennt der Bergmann Strosse oder Sohle und die Gewinnung des Erzes auf der Sohle Strossenbau. Erz und Berge werden zur Förderung auf dem Stollen in vierrädrige Karren, Hunde, verladen. Der Hund wird entweder geschoben (gestoßen) oder gezogen (Treckhund).

Um das Erz tunlichst rein zur Schmelzhütte (Hütte) zu liefern, werden aus den kleineren Stücken die Berge ausgelesen, geklaubt. Von den größeren Erzstücken werden die Berge mit Hämmern, Scheideeisen, abgeschlagen (scheiden, ausschlagen). Die Scheidebank ist ein für diese Arbeiten dienender Schuppen. Bei dem feinsten Korn kann die Trennung der Berge vom Erz durch Waschen auf Sieben erfolgen (Siebsetzen).

Beim Verschmelzen der Silbererze im Schachtofen wird das Silber gewöhnlich vom Blei aufgenommen. Dann wird im Treibeherd das Blei zu Glätte oxydiert und das Silber rein gewonnen. — Beim Verschmelzen der Kupfererze im Schachtofen erhält man silberhaltigen Kupferstein; dieser wird im Frischherd mit Blei verschmolzen, und auch hier das Silber vom Blei aufgenommen. Die Entsilberung des Bleies findet dann ebenfalls im Treibeherde statt. — Blaufarbenwerke werden die Hüttenwerke genannt, die sich vorwiegend mit der Verarbeitung der Nickel- und Kobalterze befassen und aus letzteren das Kobaltblau herstellen.

Das zur Gewinnung sehr fester Erze früher angewendete Feuersetzen bestand im Abbrennen großer Holzstöße. Durch die Hitze wurde das Erz mürbe, auch lösten sich infolge der Ausdehnung durch die Wärme und die wieder stattfindende Abkühlung flache Gesteinschalen ab. Es entstanden große, hohe, gewölbte Räume (Weitungen).

Die Bergbeamten trugen zum Schutz des Haupthaares gegen Feuchtigkeit und Staub unter der Kopfbedeckung ein Schweißtuch, Fahrhaube, aus Leinen, dessen Enden zu einer Schleife geknotet wurden. — Zur Paradetracht der Bergarbeiter gehörte die Barte, ein altertümliches Beil, dessen Stiel wohl auch durch Schnitzereien verziert war. Der Beamte führte außer dem Bergsäbel das Steigerhäckchen, mit dem salutiert wurde, ein kleines Häckchen an längerem Stiele, vgl. Abb. 35.

Über die Rute, Wünschelrute, gibt es ein reiches Schrifttum. Es sei verwiesen auf die „Schriften des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage", 12 Hefte, 1912 u. ff., und auf die Veröffentlichung der Preußischen Geologischen Landesanstalt „Zur Wünschelrutenfrage", 1921.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Der Museumsbesuch

Der Besuch hielt sich auch im verflossenen Geschäftsjahr 1928/29 auf der Höhe von rund 580000 Besuchern, woraus sich eine durchschnittliche Besucherzahl von 1600 Personen im Tage ergibt.

Der gruppenweise Besuch der Sammlungen umfaßte rund 2300 Vereinigungen, Volks- und Mittelschulen, Abteilungen der Hochschulen, der Reichswehr und der Marine, der Volkshochschulen, den Verein deutscher Ingenieure u. a. Zahlreiche Vereinigungen von Studierenden, Beamten, Werkleuten kamen nicht nur aus verschiedenen deutschen Städten, sondern auch aus dem Auslande.

Besonders erfreulich hat sich der Besuch der auswärtigen Schülergruppen entwickelt, die aus allen Teilen des Reiches, besonders aus dem Rheinlande unter Führung ihrer Lehrer zum mehrtägigen Studium der Sammlungen nach München kommen. Sie sind meist in ihrer Schule schon durch Lichtbildvorträge mit dem wichtigsten Inhalt des Museums vertraut gemacht. Diese Schulbesuche sind in vielen Lehranstalten bereits zu einer ständigen Einrichtung geworden, indem jedes Jahr eine Studienreise mit den oberen Klassen nach dem Deutschen Museum unternommen wird.

Führungen und Vorträge

Neben den allgemeinen Führungen, die täglich um 10 und 15 Uhr den Besuchern eine rasche Orientierung bieten, und den Sonder- und Vereinsführungen hat das Museum im Jahre 1929 die Abendführungen durch einzelne Gruppen des Museums wieder aufgenommen. Die Führungen finden jeden Dienstag 20 Uhr statt.

Neu aufgenommen wurden die viermal in der Woche um 17½ Uhr stattfindenden Film- und Lichtbildvorträge naturwissenschaftlichen und technischen Inhaltes in einem hierfür geschaffenen Projektionsraume, die von der Bayerischen Landesfilmbühne, bezw. von der Bayerischen Lichtbildstelle veranstaltet werden. Zu diesen Veranstaltungen, die stets gut besucht sind, hat der Museumsbesucher freien Eintritt.

Digitized by Google

Eintrittspreise und Führungsgebühren

Tageskarten, für einmaligen Besuch der Sammlungen	Mk. 0,50
Ab 17 Uhr	„ 0,25
Studierende, Schüler, Jugendliche	„ 0,25
Studienkarten für Schülergruppen unter Führung einer Lehrkraft, nur an Wochentagen gültig, für die Person	„ 0,10
Vereinskarten bei geschlossenen Gruppen von mindestens 20 Teilnehmern, für die Person	„ 0,25
Turmfahrt	„ 0,25
Bibliothek	„ 0,25

Dauerkarten

Monatskarten	Mk. 2,—
Vierteljahrkarten	„ 4,—
Jahreskarten	„ 6,—

Für Studierende, Schüler und Jugendliche die Hälfte

Führungen:

1. Allgemeine Führungen (Rundgang durch die Sammlungen in zwei Hälften), je Führung und Person	Mk. 1,—
2. Sonderführungen, nach Wunsch der Beteiligten durch beliebige Gruppen des Museums, je Person	„ 2,—
Mindestgebühr Mk. 10,—	
3. Schüler und Vereinsführungen nach vorheriger Anmeldung bei der Museumsleitung, je Person	„ 0,50
Mindestgebühr Mk. 10,—	

Arbeiter, Angestellte, sowie Minderbemittelte erhalten auf Antrag eine Ausweiskarte, die zum Bezug von Eintritts- und Dauerkarten zum halben Preis berechtigt.

Digitized by Google

DE RE METALLICA

Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen
sowie das Buch von den Lebewesen unter Tage
von *Georgius Agricola*

Herausgegeben im Auftrage des Deutschen
Museums von der Agricola-Gesellschaft

XXXII/564 Folioseiten auf Büttenpapier mit 291 Holzschnitten und einem Bildnis / 1928. In Halbpergament gebunden RM 45.—, in Ganzpergament gebunden (numerierte Ehrenausgabe) RM 75.—.

Wer in diesem Buch die lebendig schönen Bilder aus alter berühmter deutscher Technik auf sich wirken läßt, wer in der anschaulichen Sprache des großen Gelehrten von den Freuden und Leiden wissenschaftlichen Erkennens und praktischen Schaffens erzählen hört, kann sich nur wundern, daß erst jetzt — fast vierhundert Jahre nach Herausgabe der lateinischen Urausgabe und der ersten deutschen Ausgabe — dieser Schatz für unser ganzes Volk gehoben wurde. Das in deutscher Sprache neu erschienene Werk gibt ein getreues Spiegelbild der Technik jener Jahrhunderte und gilt daher mit Recht als das Hausbuch des deutschen Mannes der Technik.

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Die Entwicklung des deutschen Bergbaues. Von *A. Schwemann.* Din A 5, II/20 Seiten mit 13 Abbildungen / 1928.
Broschiert RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90).

Ludwig Franzius. Von *G. de Thierry.* Din A 5, IV/33 Seiten mit einem Bildnis / 1928
Broschiert RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90).

Wege und Ziele des Deutschen Museums. Von *W. von Dyck.* Din A 5, II/30 Seiten mit 2 Abbildungen / 1929.
Broschiert RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90).

Heinrich Hertz. Von *J. Zenneck.* Din A 5, II/36 Seiten mit 13 Abbildungen / 1929.
Broschiert RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90).

Zu beziehen durch jede Buchhandlung!

VDI-Verlag G. m. b. H. / Berlin NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Bal
L Munich
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

DER WEG DES GEISTES IN DER TECHNIK

VON

L. ERHARD

1929

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. d. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 4

DER WEG DES GEISTES IN DER TECHNIK

VON

L. ERHARD

1 9 2 9

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Vorwort

Namhafte Biologen betrachten die technische Entwicklung als eine Fortsetzung der natürlichen Schöpfungsgeschichte und sind geneigt, die Schaffung außerkörperlicher Arbeitsbehelfe geradezu als das Menschheitsprinzip anzuerkennen. Gemäß dieser neuen biologischen Auffassung führt der Weg des Geistes in der Technik das Menschengeschlecht aus seiner ursprünglichen Abhängigkeit von den organischen Gebilden und Kräften stufenweise zur Beherrschung der anorganischen Werkstoffe und Naturenergien empor. Der vorliegende Beitrag zeigt die innere Verwandtschaft, aber auch den äußeren Unterschied zwischen der biologischen und der technischen Entwicklung. An Hand von Bilderreihen wird ferner der Stufengang der Technik durch ausgewählte Beispiele veranschaulicht, wobei der jedem Bilde beigefügte Leistungsvermerk auf die wirtschaftliche Bedeutung der technischen Errungenschaften hinweist. Die nun folgende Darlegung der Entwicklungsgesetze, nach denen sich der technische Aufstieg vollzieht, vermittelt eine tiefere Einsicht in das Werden und Wachsen der Technik und ermöglicht auch einen Ausblick auf die künftige Erstarkung der Technik zu einer völkerverbindenden Weltmacht.

Dieser Beitrag soll zunächst eine Vorschule für das Studium der auf deutschem Boden neu erstandenen technisch-geschichtlichen Lehrmuseen bilden und darüber hinaus der technischen Volksbildung ein Mittel an die Hand geben, mit dessen Hilfe man auch den Fernstehenden den hohen wirtschaftlichen und kulturellen Wert der Technik bildhaft und zahlenmäßig vor Augen zu führen vermag.

Wien, im September 1929

L. Erhard

Digitized by Google

Inhaltverzeichnis

Seite

Vorwort

Biologische Entwicklung 1

Technische Entwicklung 3

Entwicklungsreihen 5

Technische Leitsätze 9

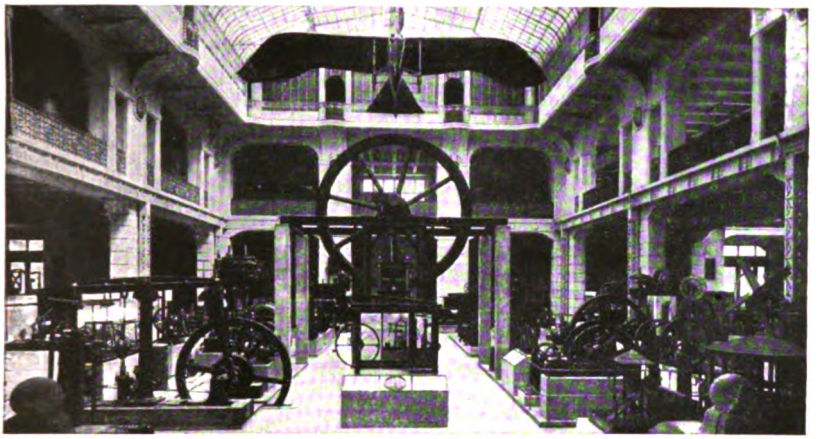
Ausblick 12

Das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee. Von Dr.-Ing. Kirschmer, München 22

Aus dem Deutschen Museum 30

Diapositive, die den Abbildungen zum 1. Teil dieser Schrift entsprechen, sind zu beziehen durch die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 32

Digitized by Google



Maschinenhalle des Technischen Museums in Wien.
Das umlaufende Rad

I. Biologische Entwicklung

An der Schwelle der neuzeitigen Naturerkenntnis steht die Waage von Lavoisier, jenem bahnbrechenden Forscher, dessen Haupt 1794 der französischen Revolution zum Opfer fiel, nachdem er vorher der Welt auf Grund seiner genauen Wägungen das Gesetz von der „Erhaltung des Stoffes" verkündet hatte. Nach einem halben Jahrhundert entdeckte der Heilbronner Arzt Mayer das Gesetz von der „Erhaltung der Kraft", und diese beiden Naturgesetze besagen, daß das Entstehen und Vergehen anorganischer und organischer Gebilde und Bewegungen auf einem steten Kreislauf derselben Grundstoffe und Grundkräfte beruht. Mit anderen Worten: Energie kann weder geschaffen, noch vernichtet, sondern nur aus einer Erscheinungsform in eine andere umgewandelt werden. Das Energiegesetz lehrt also die ewige Wiederkehr des Gleichen, und deshalb lassen sich auch die chemischen und physikalischen Vorgänge rechnerisch erfassen und durch mathematische Gleichungen versinnlichen.

Grundsätzlich anders verhält es sich jedoch mit den Gestalten und Gebilden der organischen Welt, die eine stetig vorschreitende Veränderung und Entwicklung aufweisen. In Fossilien und Versteinerungen aus der Vorzeit spiegelt sich die auf Jahrmillionen zurückreichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzen und Tiere ab, deren Grundzüge durch Lamarck, Darwin, Mendel und andere Naturforscher aufgedeckt worden sind. Die natürliche Schöpfungsgeschichte lehrt, daß durch Anpassung, Vererbung

Digitized by Google

und sonstige Ursachen neue Klassen und Arten von Lebewesen mit neuartigen Organen entstehen, die neue Funktionen ausüben. Je höher dabei im Verlauf ungeheurer Zeiträume die Entwicklungszustände der Erdoberfläche selbst gestiegen sind, um so mannigfaltiger gestaltet sich auch der Bau der Pflanzen und Tiere. So fehlten in der sogenannten Steinkohlenzeit noch die Säuger und Vögel, nur schleichende Amphibien und stumme Fische bevölkerten damals die sumpfigen Seen der Niederungen, die mit Schachtelhalmen und Siegelbäumen dicht bedeckt waren. Erst in der Tertiärzeit erschienen Palmen und Laubwälder, und in der Tierwelt gewann hier die höchste Tierklasse, jene der Säugetiere, das Übergewicht. Schließlich trat dann in der Diluvialzeit, also vor etwa 100 000 Jahren, auf der obersten Sprosse dieser Stufenleiter, das Menschengeschlecht zutage. So reiht sich Form an Form und Übergang an Übergang; unvermerkt geht die Pflanze in das Tier und das Tier in den Menschen über. Durch die Schöpferkraft der Natur sind also unbedingt neue, vordem nicht gekannte Gebilde entstanden, bis die biologische Entwicklungsreihe beim Menschen ihren Gipfelpunkt erreicht. — Die Organismen der Menschen und der Tierreihe weisen hierbei eine außerordentliche Mannigfaltigkeit in ihrer Formgebung auf; trotz dieser Vielgestaltigkeit der Formen stimmen aber die Bewegungsvorgänge bei sämtlichen Organismen insofern überein, als alle animalischen Bewegungen durch den Hin- und Hergang, also durch Schwingen, Pendeln und Pulsieren, gekennzeichnet sind. So atmet die Lunge Luft ein und aus, der Herzschlag saugt und drückt den Blutstrom, die Arme und Beine schwingen hin und her. Die Bewegungsmöglichkeiten der Gliedmaßen sind durch ihre Muskelverbindung mit dem Rumpf vorgezeichnet und daher erscheint als naturgebotene organische Bewegung die Schwingung unter Ausschluß der ununterbrochenen zwangläufigen Drehbewegung.

Die zeitgebundenen regulativen Entwicklungsgesetze der Organismen sind zwar gleichfalls Naturgesetze, aber sie sind grundsätzlich von anderer Art als die mathematisch bestimmten und zeitlosen konstitutiven Gesetze der Physik und Chemie. Die Richtlinien der Entwicklungslehre sind der kausalen Forschungsweise im physikalischen Sinn nicht zugängig und sie können daher nur rückschauend und tastend durch geologische, urgeschichtliche und biologische Forschungen und Erfahrungen festgestellt werden; sichere Weissagungen für die Zukunft vermag man daraus ebensowenig abzuleiten, wie sich etwa das plötzliche Auftreten eines bahnbrechenden Genies vorher bestimmen läßt.

Das Reich der Energetik und das Reich der Biologie stehen demnach einander als zwei polare Gegensätze gegenüber. Das eine ist mathematisch eindeutig bestimmt, das andere ist dagegen vielgestaltig und trotz innerer Gesetzmäßigkeit schwankend und unbestimmt. Durch energetische Berechnungen und Kalküle können nur chemische und physikalische Umwandlungen festgelegt werden; die Schöpferkraft der Natur vermag hingegen

Digitized by Google

neuartige Wesen mit neuartigen Eigenschaften und Wirkungen ins Leben zu rufen. Trotzdem schließen die beiden Reiche der Energetik und der Biologie einander nicht aus. Die Lebensäußerungen der organischen Gebilde vollziehen sich vielmehr unter der Herrschaft und im Rahmen der Energiegesetze, die alles Werden und Vergehen begleiten und durchdringen. Nie wird ein Sterblicher das Energieprinzip durchbrechen; aber ebensowenig gelang es bisher, trotz heißem Bemühen, ein selbständiges Lebewesen in Phiolen und Retorten zu erzeugen, und wäre dieses auch nur ein einfacher Zellkörper. Die natürliche Entwicklung geht innerhalb der von der Energetik gezogenen Schranken ihren eigenen Weg. Hierbei fällt dem „Kampf ums Dasein" bei der Entstehung der Arten eine wichtige, ja fast ausschlaggebende Rolle zu, weil dieser Kampf die Auslese des Passenden bewirkt. Seltener und daher auch weniger bedeutungsvoll tritt in der Natur das friedliche Gegenspiel des Kampfes ums Dasein, die „Symbiose", zutage, die auf dem genossenschaftlichen Zusammenleben verschiedenartiger Organismen beruht, die sich statt einander zu bekämpfen, wechselseitig fördern und unterstützen.

II. Technische Entwicklung

Am Ende der Tierreihe steht der Urmensch. Von der Natur mit aufrechtem Gange, fingerfertigen Händen und einem bildungsfähigen Gehirn ausgestattet, beschreitet dieser eine neue Bahn des Aufstieges. Die folgenschwere Wendung von der Natur zur Kultur ist der Benutzung außerkörperlicher Arbeitsbehelfe zuzuschreiben, und von namhaften Naturforschern wird die Menschwerdung geradezu auf den Gebrauch der Werkzeuge zurückgeführt. Schon im 18. Jahrhundert nannte kein Geringerer als Benjamin Franklin den Menschen zum Unterschiede von den übrigen Geschöpfen „Tool making animal", das „Werkzeug schaffende Lebewesen", und nun hat neuerdings der Wiener Biologe Prof. Dr. Berthold Hatschek in einer Abhandlung überzeugend nachgewiesen, daß der Aufstieg der Menschheit nach der bisher üblichen, rein biologischen Betrachtungsweise überhaupt nicht zu verstehen ist. Er führt wörtlich aus: „Erst mit der Schaffung des Werkzeuges betritt der Mensch den neuen Weg seiner Entwicklung. Hierzu befähigt ihn nicht nur die Hand, die das Werkzeug formt, sondern viel mehr noch das Gehirn, das das Werkzeug ersinnt. Werkzeuge sind Organe, die wir außerhalb unseres Körpers uns selbst erschaffen. Diesen Satz wird jedermann, der mit Werkzeugen zu tun hat, ganz unmittelbar begreifen. Das Beil, der Pflug, die Waffe sind solche außerkörperlichen Organe. Mit den unscheinbarsten Anfängen hat die Herstellung solcher Werkzeuge begonnen. Dieselbe Hand, die die Nahrung ergreift, faßt auch den Faustkeil als Waffe und Hammer. Später folgt die einfachste Bearbeitung der Steine

Digitized by Google

zu Steinwerkzeugen, nach denen wir ja die Steinzeitepoche benennen. Die Verbesserung der Werkzeuge geschieht zunächst langsam und führt schließlich zu einem lawinenartigen Anwachsen der technischen Fortschritte, die unser gegenwärtiges Zeitalter kennzeichnen. So ist eine völlig andersartige Welt von Organen entstanden, wogegen die Natur darauf verzichtete, an unserem Körper neue Organe zu bilden."

In der Tat weist der menschliche Körper namentlich in seinen Sinnesorganen eher Verfallserscheinungen als Entwicklungsfortschritte auf; allein dieser Mangel der „Organismen" wird durch die Schaffung von außerkörperlichen „Technismen" reichlich aufgewogen, ja sogar oft in das Gegenteil gewandelt. So übertreffen das Fernrohr und Mikroskop jedes Tierauge an Schärfe, das Flugzeug überflügelt die Vogelschwingen. Buch- und Bilddruck vermitteln allen Bevölkerungskreisen Anschauung und Wissen. Telephon und drahtlose Telegraphie verschaffen der Sprache und Musik Weltverbreitung, kurz, die Technik steigert durch die Bildung außerkörperlicher Organe die menschlichen Fähigkeiten ins Ungemessene. An die Stelle der Naturentwicklung ist eben beim Menschen die technische Vervollkommnung getreten.

Beim Hervorbringen neuer technischer Geräte verfährt nun der erfindende Menschengeist in ähnlicher Weise wie die schöpferische Natur beim Schaffen neuer Organe. Hier wie dort entsteht jedesmal aus den gegebenen Bausteinen ein Neugebilde, das weit mehr vermag als die einzelnen Elemente, aus denen es zusammengesetzt ist. — Diesen Gedankengang möge ein geläufiges Beispiel näher erläutern. Längst vor der Erfindung der Dampfmaschine durch James Watt und seine Vorgänger waren schon die physikalischen Eigenschaften des Wasserdampfes bekannt, und ebenso vermochte man seit längerem schon Behälter, Röhren, Gestänge, Gelenke und Räder aus Metall herzustellen. Diese Elemente hatten aber an sich keinen Gebrauchswert. Erst als der erfindende Geist Metallzylinder mit hin- und hergehenden Kolben ausrüstete und den Dampf mittels einer Steuerung abwechselnd auf die eine und die andere Kolbenseite wirken ließ, da entstand in der Dampfmaschine ein Arbeitsriese von solch titanischer Kraft, daß er die Gütererzeugung in Fabriken zusammenballte und durch Lokomotiven und Dampfer den Weltverkehr zu ungeahnter Höhe emporhob. Diese neugeschaffene Kraftmaschine folgt lediglich dem Energiegesetz, indem sie die in der Kohle aufgespeicherte Sonnenwärme in mechanische Arbeit umwandelt, und dennoch wirkt sie weit über diesen physikalischen Vorgang hinaus auf das Wirtschaftsgetriebe der gesamten Menschheit fördernd und belebend ein.

Die Technik ist eben nicht bloß angewandte Naturkunde, sie ist vielmehr eine gestaltende Wissenschaft, die ihren eigenen Entwicklungsgang verfolgt, der sich von der natürlichen Entwicklung zwar nicht der Art, aber dem Grade nach wesentlich unterscheidet. Die Natur bringt nämlich nur in

Digitized by Google

ungeheuren Zeiträumen körperliche Veränderungen und Verbesserungen an ihren Geschöpfen außerhalb der Bewußtseinssphäre selbsttätig hervor, während die technischen Errungenschaften vom Menschengeist zielbewußt und zielstrebig in immer rascherer Reihenfolge in die Welt gesetzt werden, und so erscheint die technische Entwicklung als eine bewußte Fortsetzung der unbewußten biologischen Entwicklung.

Der unaufhaltsame Aufstieg der Technik erfolgt hierbei durch die fortzeugende Wechselwirkung zwischen der Erfindungskraft des menschlichen Geistes und den schon vorhandenen Technismen; denn die Mehrzahl der zum Abschluß gelangten technischen Fortschritte stellt in der Folge die technische Wissenschaft wieder vor neu zu lösende Aufgaben. So zeitigte z. B. der Bau der Kraftfahrzeuge schließlich den leichten, schnellaufenden Benzinmotor, der seinerseits wieder den ersten Anstoß zur Schaffung des Flugzeuges mit raschdrehender Luftschraube gab. Die technische Entwicklung ist also im wesentlichen dadurch bedingt, daß die Endglieder technischer Reihen oft die Keime zu andersartigen Gebilden und Verfahren in sich bergen, die dann durch die gestaltende Technik neuen Gebrauchszwecken angepaßt werden. Den beiden treibenden Kräften der biologischen Entwicklung: Vererbung und Anpassung, entsprechen demnach in sinngemäßer Abänderung die beiden Grundpfeiler der technischen Entwicklung: Überlieferung und Neugestaltung. Hierbei zeigt sich auch in der technischen Entwicklung gar nicht so selten jene Rückartung, die in der Vererbungslehre als Atavismus gilt und darauf beruht, daß die Nachkommen manchmal weniger ihren Eltern als ihren Ahnen gleichen. So ähnelt z. B. auch das neuzeitliche Automobil in seinen Grundzügen viel weniger der Eisenbahn, der es unmittelbar nachfolgte, als dem veralteten schienenlosen Straßendampfwagen und Dampfomnibus aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts. — Auch rudimentäre Organe treten in der Technik hier und da noch als verkümmerte Überbleibsel früherer Epochen zutage, so z. B. zwecklos verzierte Gestelle bei Nähmaschinen oder burgenartige Brückenköpfe als leere Steinmasken bei eisernen Brücken. Aber solche Zweckwidrigkeiten werden immer mehr durch den technischen Rationalismus ausgemerzt, der bei seiner Formgebung auf schlichte Sachlichkeit abzielt.

III. Entwicklungsreihen

Bei der fast unübersehbaren Fülle technischer Bauwerke, Maschinen, Apparate und Verfahren, die zusammen eine Welt für sich bilden, ist es dem Laien fast unmöglich, bis zum innersten Kern der Technik vorzudringen, und sein staunender Blick bleibt daher meist an der Oberfläche dieser Dinge verständnislos haften. Um das Kulturgut der Technik voll zu würdigen,

Digitized by Google

muß vor allem das Wesen der Technik in seinen Grundzügen erkannt werden, und hier liegt der Angelpunkt der technischen Volksbildung, deren Hauptaufgabe in der allgemeinen Verbreitung des Sinnes für technisches Denken und technisches Schaffen besteht. Als bestes Mittel hierzu dient wohl das Aufrollen der technischen Entwicklungsgeschichte, die zugleich einen Teil der allgemeinen Kulturgeschichte darstellt. Eine sich an die biologische Betrachtungsweise anlehnende wissenschaftliche Ordnung vermag hierbei das schrittweise Vordringen in die vielgestaltige Welt der Technik wesentlich zu erleichtern. Hierbei zeigt es sich, daß die technische Entwicklung aus ihrer Gebundenheit an organische Gebilde allmählich zur Beherrschung anorganischer Werkstoffe und Naturenergien emporsteigt.

Wie die Biologie bei den Naturgeschöpfen Leib und Leben unterscheidet, so läßt sich auch die Technik in zwei Gebiete, in Tektonik und Energetik, gliedern, wobei sich die Tektonik auf die ortfesten Bauwerke, sowie auf die Formen und Gestalten der Maschinen und Apparate, die Energetik hingegen auf das Spiel der Kräfte, sowie auf Bewegungen und Arbeitsvorgänge bezieht. Innerhalb jeder technischen Entwicklungsreihe können zweckmäßig wieder drei Stufen unterschieden werden und zwar die Anfangstufe der organischen Werkstoffe und Kraftquellen, sodann die Mittelstufe der organisch-anorganischen Übergangsformen und endlich die dritte Stufe der anorganischen Werkstoffe, Naturenergien, Bewegungen und Verfahren.

Tektonik	Energetik
I. Stufe: Organische Werkstoffe und Gebilde	I. Stufe: Muskelenergien und organische Bewegungen
II. Stufe: Organisch-anorganische Übergänge	II. Stufe: Organisch-anorganische Übergänge
III. Stufe: Anorganische Werkstoffe und Gebilde	III. Stufe: Naturenergien und anorganische Bewegungen

Die beigefügten Abbildungen dienen zur Veranschaulichung solcher Entwicklungsreihen aus verschiedenen Zweigen der Technik, wobei aus der nachstehenden Übersichtstafel die Bezeichnungen der Bilder, die Vergleichmaßstäbe und die Leistungsvermerke zu ersehen sind. Erst die zahlenmäßige Vergleichung der auf jeder Entwicklungsstufe erzielten Leistungen ergibt ein genaueres Bild des technischen Aufstieges.

Digitized by Google

1. **Gebäude**	2. **Brücken**	3. **Schmelzöfen**	4. **Schmieden und Walzen**
Anzahl der Stockwerke	Stützweite in Metern	Tägliche Eisengewinnung in Kilogramm	Gewicht d. Werkstückes in kg
1a Hölzerner Pfahlbau	2a Hölzerne Bockbrücke	3a Altägyptisches Rennfeuer mit Tretbälgen	4a Handschmiederei
1 Stockwerk	10 m	20 kg	5 kg
1b Fachwerkbau aus Holz und Stein	2b Fachwerkbrücke aus Holz u. Eisen	3b Stuckofen mit Holzkohlenfeuerung	4b Hammerwerk mit schwing. Schwanzhämmern
6 Stockwerke	40 m	300 kg	50 kg
1c Hochhaus aus Stahlgerippe und Füllmauerwerk	2c Eisenbrücke	3c Hochofenanlage mit Schrägaufzügen	4c Motorisch betriebenes Walzwerk
60 Stockwerke	bis 1000 m	bis 6 Mill. kg	bis 50000 kg

5. **Geschütze**	6. **Motoren**	7. **Gütertransport**	8. **Personentransp.**
Tragweite in Metern	Leistungen in Pferdestärken	Nutzlast in Tonnen	Reisegeschwindigkeit in Std.-Kilom.
5a Hölzerner Katapult mit Spannsehne	6a Tretscheibe mit Fußbetrieb	7a Lastenzieher	8a Sänfte von Sklaven getragen
150 m	0,3 Ps	0,5 t	4 km/Std.
5b Feldschlange mit Bronzerohr u. Holzlafette	6b Dampfmaschine mit Schwinghebel	7b Pferdeeisenbahn Linz-Budweis 1834	8b Reisewagen aus Holz, Leder und Eisen
600 m	40 Ps	5 t	10 km/Std.
5c Mörser aus Gußstahl 30,5 cm	6c Dampfturbine mit Turbogenerator	7c Güterzug mit Elektro-Lokomotive	8c Benzinkraftwagen
10000 m	bis 150000 Ps	1000 t	60 km/Std.

Digitized by Google

9. **Schiffahrt** Wasserverdrängung in Tonnen	10. **Luftfahrt** Flugstrecke in Kilometern	11. **Förderwerke** Stündl. Fördermenge in Meter-Tonnen	12. **Pumpwerke** Wasserförderung in Met./Sek./Liter
9a Hölzerner Einbaum	10a Ballon mit Schwingenflieger	11a Förderhaspel mit Handbetrieb	12a Schöpfeimer mit Handbetrieb
1 t	nicht lenkbar	10 m/t	2,5 m/sk/l
9b Hansakogge aus Holz und Eisen	10b Motorflugzeug mit Holzgestell und Stoffbespannung	11b Förderkunst mit Wasserrad	12b Schöpfwerk mit Feuermaschine
1000 t	1 km	80 m/t	4 m/sk/l
9c Schraubendampfer aus Stahl	10c Passagierflugzeug aus Duraluminium mit 3 Schrauben	11c Förderturm mit elektrischem Antrieb	12c Kreiselpumpe mit Motorantrieb
bis 50000 t	4000 km	bis 10000 m/t	bis 50000 m/sk/l

13. **Gebläse** Minutlich geförderte Luftmenge in Kubikmetern	14. **Dreherei** Gewicht der stündlich abgetrennten Drehspäne in kg	15. **Schrift u. Druck** Stündliche Leistung	16. **Rundsendungen** Bezeichnung des Wirkungsbereiches
13a Blasebalg mit Handbetrieb	14a Drehfiedel zur Erzeugung von Rosenkranzkugeln	15a Buchschreiber mit Kielfeder	16a Hornbläser im Söller einer Burg
3 m³	0,5 kg	1 Bogen	Burgfrieden
13b Wacklergebläse mit Wasserradantrieb	14b Drehbank mit Handbetrieb	15b Handpresse mit Preßbengel	16b Vorschlag einer Rundspruchanlage 1650
50 m³	5 kg	100 Abdrücke	Stadtgebiet
13c Schleudergebläse mit Motorantrieb	14c Motorisch betriebene Schnelldrehbank	15c Rotationsschnellpresse für Zeitungsdr.	16c Rundfunk bei Seenot
bis 700000 m³	bis 300 kg	150000 Zeitungen	Meere u. Länder

Digitized by Google

Diese Entwicklungsreihen zeigen den Weg des menschlichen Geistes in der Technik auf. Der primitive Mensch benutzte zuerst die ihm von der Natur dargebotenen organischen Werkstoffe, wie Holz, Bast, Knochen, Gräten, Felle u. dgl. zur Herstellung seiner Bedarfsgegenstände, und er spannte seinen eigenen Leib und später Lasttiere und Sklaven zur Arbeitsleistung ein. Aus dieser Abhängigkeit von der organischen Natur befreite die Technik den Menschen allmählich durch die Verwendung anorganischer Werkstoffe und Energien, und auf der heute erreichten Entwicklungsstufe hat sich der Menschengeist die anorganische Natur und ihre Kräfte untertan gemacht und dadurch eine beispiellose Leistungsteigerung erzielt. Der uralte Kampf zwischen Mensch und Natur ist aber noch keineswegs ausgefochten, und nur zu oft fallen noch Menschen und Menschenwerke den losbrechenden Elementargewalten zum Opfer. Wenn demnach auch die letzten Ziele der Technik noch lange nicht erreicht sind, so stellt doch ihr vieltausendjähriger Entwicklungsgang das unermeßliche Befreiungs- und Erlösungswerk der Technik eindringlich vor Augen:

Die Gott-Könige des Altertums unterwarfen ihre geknechteten Sklavenheere dem harten Befehl: „Alle für Einen."

Der fromme Glaube des Mittelalters milderte durch die Lehre der Nächstenliebe einigermaßen die Schrecken der Hörigkeit und Fronknechtschaft. Der Kirchenglaube vermochte aber seine Gnadenmittel nicht aus der realen Welt zu schöpfen; seine wundersame Erlösungsquelle bildete vielmehr der Opfertod des Gekreuzigten: „Einer für Alle."

In der Neuzeit beginnt nun der Dienstgedanke der Technik nach und nach Wurzel zu fassen und die Erkenntnis, daß jedwedes technische Erzeugnis, jede „Ware", nicht nur Geldwert, sondern darüber hinaus Dienstwert und Menschenhilfe in sich birgt und daß daher jeder einzelne durch die Macht der Technik mit der Gesamtheit auf Gedeih und Verderb verflochten ist, diese wachsende Erkenntnis führt folgerichtig zu dem technisch-ethischen Gebot: „Jeder für Jeden."

So hat die Technik in stetem Wirken die arbeitende Menschheit aus dem härtesten und niedrigsten Frondienste erlöst, ihre drückendste Mühsal den eisernen Schultern der Maschine aufgebürdet und schließlich den Einzelnen ins Wirtschaftsganze eingegliedert.

IV. Technische Leitsätze

Die Vorzeit und das Altertum zeitigten die urtümliche Technik, das faustische Streben des Mittelalters ist von der auf Versuchen beruhenden Technik erfüllt, und dem Rationalismus der Neuzeit gibt die wissenschaftliche Technik das Gepräge. Dieser Stufenfolge entsprechen auch die nachstehend kurz angedeuteten technischen Leitgedanken:

Digitized by Google

Die tektonischen Eigenschaften der Werkstoffe, und zwar zunächst deren Härtegrade, bilden den Ausgangspunkt für die Schaffung von Werkzeugen. Zu den Urwerkzeugen gehört der „Faustkeil", der infolge seiner Keilform den Arbeitsdruck auf das Werkstück unter Schonung der empfindlichen Hand überträgt. Durch den Faustkeil schuf sich der Steinzeitmensch ein hartes, anorganisches, außerkörperliches Werkzeug zur Bearbeitung weicherer Stoffe, und so wurde dieses schlichte Gebilde der Ahnherr aller Messer, Meißel, Hacken, Äxte und Pflugscharen, der Ahlen, Stichel und Bohrer, der Sägen, Feilen und Fräser, der Dreh- und Hobelstühle, sowie der Hieb- und Stichwaffen. Auf die Steinwerkzeuge folgten die Bronze- und Eisenwerkzeuge bis zum diamantbesetzten Gesteinsbohrer und zum Schnellarbeitstahl, deren Wirkungsbereich mit der Zunahme der Schneidenhärte stetig anwächst. Gemäß dem von Ernst Hartig ermittelten Gesetz des „Gebrauchswechsels" treten diese Trennwerkzeuge in den mannigfachsten Formen auf und passen sich hierdurch dem jeweiligen Gebrauchzweck bestens an. Die Ähnlichkeit des technologischen Gesetzes des Gebrauchswechsels mit dem biologischen Gesetz der Anpassung ist augenfällig. — Ferner ist die Festigkeit der Baustoffe schon seit jeher für die Bauformen der technischen Gebilde maßgebend gewesen. Der Stil des Werkstoffes weist hierbei ebenso viele Unterarten auf, als es Werkstoffgruppen gibt; man vermag daher die einzelnen Stilarten der Holz-, Stein-, Eisen- und Eisenbetonbauten deutlich zu unterscheiden. Die neuzeitliche Bauweise beruht vornehmlich auf der Erhöhung der zulässigen Zug- und Druckspannungen der anorganischen Werkstoffe, und so werden nunmehr unerhörte Spannweiten bei Brücken- und Hallenbauten und beispiellose Höhen bei Turmbauten und Hochhäusern erreicht, Bildreihen 1 und 2.

Die zweite große technische Kraft ist das Feuer. Ursprünglich auf dem häuslichen Herd zum Bereiten der Nahrung und zum Heizen verwendet, dienten dann die oxydierenden und reduzierenden Flammen zum Schmelzen der Erze und zur Metallgewinnung. Die erweichende Schmelz- und Glühkraft des Feuers führte späterhin zum Metallguß, sowie zum Schmieden, Schweißen und Walzen der vorher im Feuer bildsam gemachten Werkstücke, und die Explosionskraft der Sprengstoffe ermöglichte die Ausbildung der Feuerwaffen und der Sprengtechnik, Bildreihen 3, 4, 5. — Aus der metallurgischen Scheidekunst erwuchs schon in alter Zeit die Alchimie, und diese ist wiederum als die Stammutter der hochentwickelten chemischen Industrie und des Beleuchtungswesens zu erachten, die heute noch bei der Mehrzahl ihrer chemischen Prozesse Wärme erzeugen oder verbrauchen.

Die tiefstgreifende Umwälzung in der Technik und im Wirtschaftsleben hat die Maschine hervorgerufen. Nach Franz Reuleaux stellt jede Maschine eine Verbindung widerstandsfähiger Körper dar, die derart eingerichtet ist, daß hierdurch Naturenergien gezwungen werden können, unter bestimmten Bewegungen bestimmte Wirkungen auszuüben. Diese Erklärung

Digitized by Google

gilt sowohl für die Kraftmaschinen und Motoren, wie auch für die Arbeits- und Werkzeugmaschinen. Die primitive Technik kannte als Kraftquelle nur die Muskelenergie von Mensch und Tier, und die auf andern Kulturgebieten so hochstehende Antike ist durch die entwürdigendste Sklavenarbeit gekennzeichnet. Die technischen Leistungen des Altertums beim Befördern von großen Lasten oder beim Ruderantrieb von Seeschiffen beruhten auf einem eigentümlichen Arbeitsverfahren, wobei die Einzelkräfte der Sklaven durch rhythmische Taktschläge ruckweise zu starken Gesamtleistungen zusammengefaßt wurden. Erst die Erfindung von Kraftmaschinen hatte die Sklavenbefreiung zur Folge. Anfangs wurden an den Standort gebundene Wasserräder und Windmühlen errichtet, dann trat zu Ende des 18. Jahrhunderts die freizügige Dampfmaschine auf den Plan, ihr folgten die Wasser- und Dampfturbinen mit Gefällhöhen bis zu 1000 m und Dampfdrücken bis zu 100 at, ferner die Gas- und Benzinmotoren und schließlich die Dieselmotoren als ortfeste und Verkehrsmaschinen. Bildreihen 6, 7, 8, 9, 10. Gegenwärtig werden alljährlich rund 550 Milliarden PSh aus Kohle, 300 Milliarden PSh aus Erdöl und Erdgas und über 200 Milliarden PSh aus Wasserkräften gewonnen. — Das Heer der Arbeitsmaschinen ist unübersehbar; denn fast alle Verrichtungen im Berg- und Hüttenwesen, in den Industrie- und Gewerbebetrieben, sowie großenteils auch in der Land- und Forstwirtschaft wurden allmählich aus der Handarbeit in die Maschinenarbeit übergeführt. Hierbei ahmte die Maschine zunächst die organischen Arm- und Fußbewegungen nach, so daß ein allgemeines Schwingen, Hämmern und Stampfen die Arbeitstätten durchpulste; an die Stelle dieser schwingenden Bewegung trat dann als eine der folgenreichsten Errungenschaften der Technik die gleichmäßige Drehbewegung, die den wechselweise schwankenden Lauf der Maschine in einen ununterbrochenen stetigen Arbeitsgang verwandelt, wodurch die Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit der Maschine eine ungemeine Steigerung erfuhr. Die Erfindung der Drehbank ermöglichte den Übergang zur zwangläufigen Drehbewegung und diese bildet nunmehr einen der wichtigsten Leitgedanken der neuzeitlichen Technik, die mit der allgemeinen Einführung der Drehbewegung das Vorbild der organischen Natur verläßt und ihren eigenen, aufwärts führenden Weg einschlägt. Mit Recht gilt daher das „Umlaufende Rad" als das Wahrzeichen der Technik, Bildreihen 11, 12, 13, 14, 15.

Überträgt man den Begriff der Stetigkeit auf die Gesamtheit eines Herstellverfahrens, so ergibt sich daraus der neue Leitgedanke der „fließenden Fertigung", die durch die Arbeit am Förderband und durch das stete Wandern der Werkstücke von einer Arbeitstelle zur nächstfolgenden gekennzeichnet ist. Diese fließende Fertigung führte schon in manchen Zweigen der Massenherstellung zu einer erheblichen Vermehrung und Verbilligung der Erzeugung. So ist beispielsweise, angeregt durch die neuartigen Organisationen von Henry Ford, die Erzeugung von Kraftwagen in den Vereinigten Staaten allein auf jährlich drei Millionen Stück angestiegen.

Digitized by Google

Im Reigen der Naturenergien erscheint die Elektrizität als eine Verwandlungskünstlerin, die proteusartig in andere Formen, wie Magnetismus, Licht, Wärme, chemische Energie und mechanische Arbeit überzugehen vermag und hierbei eine so große Leitfähigkeit aufweist, daß dadurch eine allgemeine Verteilung der Energie ermöglicht wird. Länderumfassende Sammelschienen und Netzanlagen werden durch Wasser- und Dampfkraftwerke mit Strom gespeist, um diesen dann mittels Zweigleitungen an Städte und Dörfer, Eisenbahnlinien und Stadtbahnen, Fabriken und Landgüter und an andere Verbrauchstellen abzugeben. Mittels solcher elektrischen Fernleitungen wird manche noch brachliegende Wasserkraft und manches sonst nicht abbauwürdige Kohlenflöz erst aufgeschlossen und für die Gesamtwirtschaft nutzbar gemacht.

Die Entdeckungen der X-Strahlen durch Konrad Röntgen und der elektrischen Wellen durch Heinrich Hertz stellten der Technik auf dem Gebiete der Strahlungsenergie neuartige Aufgaben, die erst in den letzten Jahrzehnten gelöst wurden. Nunmehr dringt aber die Röntgentechnik mit ihren Durchleuchtungen in das verborgenste Feingefüge der Körperwelt ein, die Radiotechnik überbrückt dagegen mit ihren Ätherwellen die Weiten der Länder und Meere. Bildreihe 16.

V. Ausblick

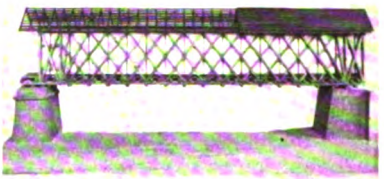
Der Weg der Technik wird durch grundstürzende Entdeckungen, Erfindungen und Betriebsorganisationen vorgezeichnet. Das Auftauchen bahnbrechender Geistesgrößen auf diesem Gebiete ist jedoch eine reine Schicksalsfügung, und daher liegt auch die Zukunft der Technik noch im Dunkeln; dennoch läßt die bisherige Entwicklung den Schluß zu, daß diese Kulturmacht ihr Befreiungswerk auch fernerhin fortsetzen werde. Es ist anzunehmen, daß die Technik auch in kommenden Zeiten durch Landmaschinen und Kunstdünger den Bodenertrag steigern und dadurch Nahrung und Kleidung für den Menschheitszuwachs schaffen werde; ferner wird sie die Werkstoffe weiter veredeln und die Energiewirtschaft ausgestalten; sie wird die rein mechanischen Verrichtungen in steigendem Maße den Maschinen aufbürden und so den Industriearbeiter aus dem geisttötenden Einerlei ewig gleicher Handgriffe erlösen; sie wird durch das Anwachsen des Schnellverkehres zu Land, zu Wasser und in der Luft die Freizügigkeit heben und hierdurch Staaten und Völker einander näher bringen; kurz, die Technik der Zukunft wird gleichfalls das außerkörperliche Leistungsvermögen der künftigen Geschlechter steigern, diese mehr und mehr aus den Schranken der organischen Gebundenheit befreien, sie durch den technisch-ethischen Dienstgedanken immer enger und enger miteinander verflechten und sie auch weiterhin aufwärts führen.

Digitized by Google

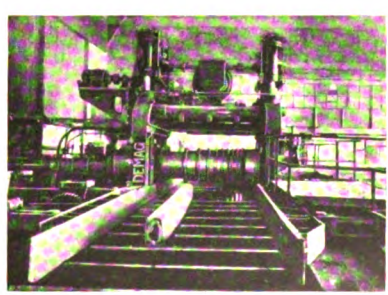
In dem sonst so zuversichtlichen Antlitz der „Technik-Befreierin" taucht jedoch unverkennbar ein sorgenvoller Zug auf, verursacht durch die drohende Gefahr der Überproduktion von Gebrauchsgütern. Das industrielle Rüstzeug der einzelnen Großbetriebe schwillt nämlich derart an, daß für die vermehrte Massenfertigung schließlich der Massenabsatz fehlen wird, zumal, da auch die Agrarländer, die sonst den Warenüberschuß willig aufnahmen, nunmehr in steigendem Maße sich selbst der Industrialisierung zuwenden und fremde Erzeugnisse durch Zollschranken abzuwehren suchen. So entwickelt sich aus der Absatzfrage der Privatwirtschaft ein schwerwiegendes Problem der Weltwirtschaft, das am Ende noch zum erbitterten Kampf um das wirtschaftliche Dasein ausarten kann. Hier läge der Angelpunkt, wo die Weltpolitik und die Völkermoral einzusetzen hätten, um Handel und Wettbewerb aus der Niederung der gegenseitigen Ausnützung in jene Sphäre des förderlichen Zusammenlebens und der wechselseitigen Hilfe emporzuheben, für welche die Biologie in der Symbiose ein Vorbild darbietet.

Die Technik wandelt kraft ihres Auftriebs auf der ihr vorgezeichneten Bahn weiter, gleichgültig, ob Lob oder Tadel sie begleiten. Die Entwicklungsgeschichte selbst hat der Technik ein festes Ziel gesetzt: die „Technokratie". Die Technokratie will aber nicht etwa die Vorherrschaft der Techniker im Staate herbeiführen; die Technokratie erstrebt vielmehr das Eindringen des ordnenden, schöpferisch-gestaltenden Geistes der Technik und ihrer rationalen, auf die Steigerung des Wirkungsgrades abzielenden Denkweise in das Wirtschafts- und Kulturleben der Völker, um die hadernden Parteien durch die Macht und die Dienstbereitschaft der Technik zum Arbeitsfrieden zusammenzuschweißen und um schließlich einen weltumfassenden Wirtschaftskörper zu zeitigen, dessen Grundzellen die einzelnen miteinander verflochtenen Erzeuger und Verbraucher bilden, dessen Muskelarbeit die eisernen Gliedmaßen der Maschinen vollbringen, dessen Blutbahnen die Adern des Land-, Wasser- und Luftverkehrs darstellen und dessen Nervenstränge die elektrischen Stromleitungen und drahtlosen Wellenzüge versinnlichen. Dieser erst im Entstehen begriffene, aber für das geistige Auge deutlich erkennbare, völkerverbindende Organismus ist das Zukunftsreich der Technokratie, welche die Träume von einem künftigen Zusammenwirken der Nationen auf der festen Grundlage einer hochentwickelten Technik der Verwirklichung näherbringt. — Der technischen Volksbildung fällt hierbei die weitreichende Aufgabe zu, durch das technische Vortragswesen und Schrifttum, sowie namentlich durch die großangelegten technischen Lehrmuseen für die kommenden Dinge den Weg zu bereiten.

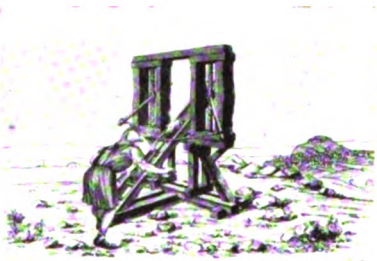
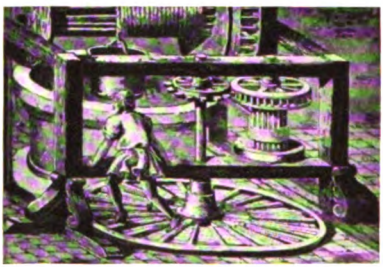
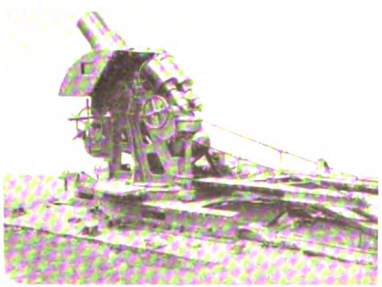
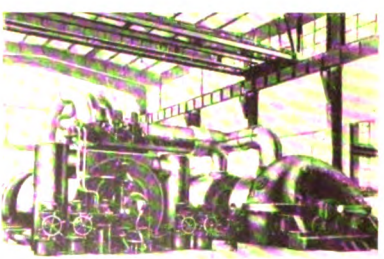
Digitized by Google

1. Gebäude	2. Brücken
1a. Pfahlbau	2a. Bockbrücke
1 Stockwerk	Stützweite 10 m
1b. Fachwerkbau	2b. Fachwerkbrücke
	
6 Stockwerke	Stützweite 40 m
1c. Hochhaus	2c. Eisenbrücke
60 Stockwerke	Stützweite bis 1000 m

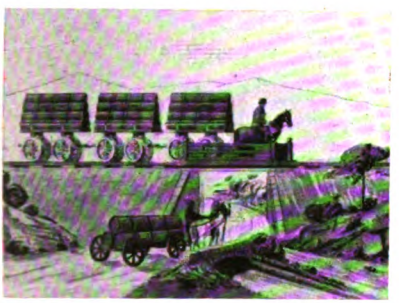
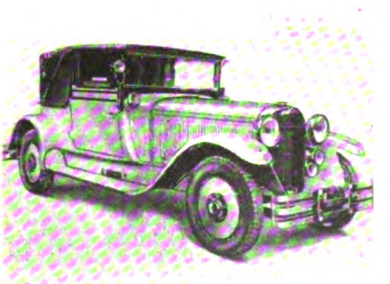
Digitized by Google

3. Schmelzöfen	4. Schmieden und Walzen
3a. Rennfeuer	4a. Handhammer
Täglich 20 kg	Werkstück 5 kg
3b. Stuckofen	4b. Schwanzhammer
Täglich 300 kg	Werkstück 50 kg
3c. Hochofen	4c. Walzwerk
	
Täglich bis 6 Millionen kg	Werkstück bis 50000 kg

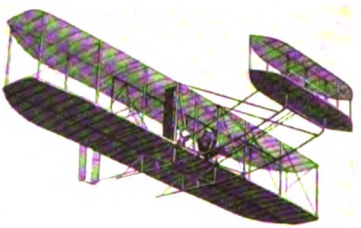
Digitized by Google

5. Geschütze	6. Motoren
5a. Katapult	6a. Tretscheibe
	
150 m	0,3 PS
5b. Feldschlange	6b. Dampfmaschine
600 m	40 PS
5c. Mörser	6c. Dampfturbine
	
10000 m	bis 150000 PS

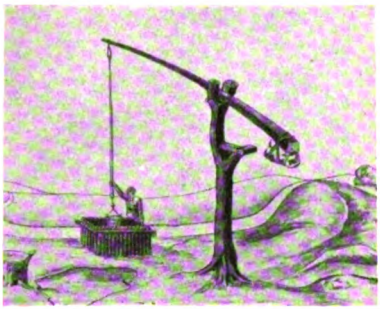
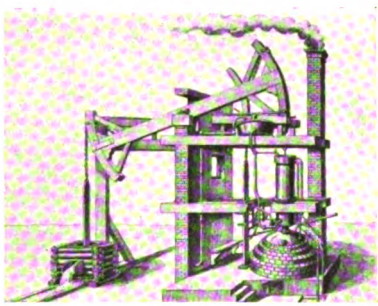
Digitized by Google

7. Gütertransport	8. Personentransport
7a. Lastenzieher	8a. Sänfte
0,5 t	4 km/st
7b. Pferdeeisenbahn	8b. Reisewagen
	
5 t	10 km/st
7c. Güterzug	8c. Kraftwagen
	
1000 t	60 km/st

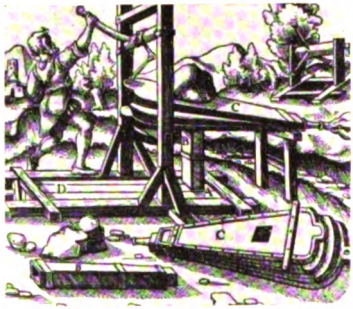
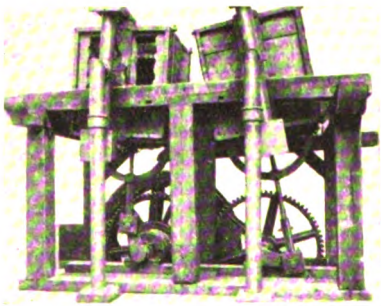
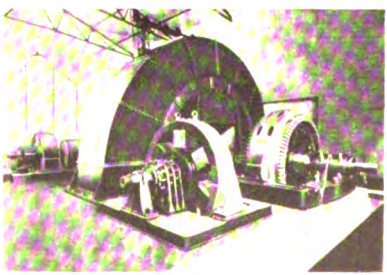
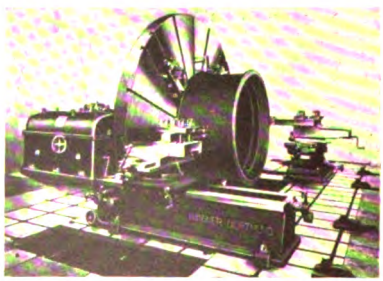
Digitized by Google

9. Schiffahrt	10. Luftfahrt
9a. Einbaum	10a. Schwingenflieger
1 t	nicht lenkbar
9b. Hansakogge	10b. Motorflugzeug
	
1000 t	Flugstrecke 1 km
9c. Schraubendampfer	10c. Metallflugzeug
bis 50000 t	Flugstrecke 4000 km

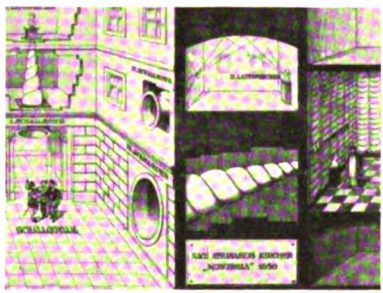
Digitized by Google

11. Förderwerke	12. Pumpwerke
11a. Haspler	12a. Schöpfeimer
	
Stündlich 10 m/t	2,5 m/sk/1
11b. Förderkunst	12b. Schöpfwerk
	
Stündlich 80 m/t	4 m/sk/1
11c. Förderturm	12c. Kreiselpumpe
Stündlich 10000 m/t	bis 50000 m/sk 1

Digitized by Google

13. Gebläse	14. Dreherei
13a. Blasebalg	14a. Drehfiedel
	
3 m³/min	Spangew. 0,5 kg/st
13b. Wacklergebläse	14b. Handdrehbank
	
50 m³/min	Spangew. 5 kg/st
13c. Schleudergebläse	14c. Schnelldrehbank
	
bis 700000 m³/min	Spangew. 300 kg/st

Digitized by Google

15. Schrift und Druck	16. Rundsendungen
15a. Buchschreiber	16a. Hornbläser
Stündlich 1 Bogen	Burgfrieden
15b. Handpresse	16b. Rundspruch
	
Stündlich 100 Drucke	Stadtgebiet
15c. Rotationspresse	16c. Rundfunk
Stündlich 150000 Zeitungen	Meere und Länder

Digitized by Google

Das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee

Von Dr.-Ing. Kirschmer, München

Die große Bedeutung, die die Nutzbarmachung von Wasserkräften, der Ausbau von Schiffahrtstraßen, die Schutzmaßnahmen gegen die zerstörenden Wirkungen von Hochwasser für die Entwicklung eines Volkes erlangt haben, erfordern eine gründliche Erforschung der mit der Errichtung solcher Anlagen zusammenhängenden wissenschaftlichen und praktischen Fragen. Schon früh hat sich deshalb die Forschung mit den hydraulischen Problemen des Wasserbaus und der Wasserkraftmaschinen befaßt. Weißbach in Deutschland, Darcy und Bazin in Frankreich, Francis in Amerika und viele andere haben schon im vorigen Jahrhundert durch Studien an ausgeführten Wasserbauten und in der Natur selbst Gesetze über die Bewegung des Wassers aufgestellt, die vielfach heute noch als Grundlage bei der Berechnung von Wasserbauten verwendet werden.

Als man erkannte, daß es in vielen Fällen nicht notwendig war, ein Wehr oder eine Turbine in ihrer natürlichen Größe zu untersuchen, um Klarheit über die Strömungsvorgänge zu erhalten, sondern daß dazu verkleinerte Nachbildungen genügten, erfuhr die hydraulische Forschung einen bedeutenden Aufschwung. Es wurden in der ganzen Welt zahlreiche Modell-Versuchsanstalten gegründet, in denen mit verkleinerten Nachbildungen, sog. Modellen, von Wasserbauten und Wasserkraftmaschinen gearbeitet wurde. Die Ergebnisse an diesen Modellen wurden dann mit Hilfe der Ähnlichkeitsgesetze auf die natürlichen Verhältnisse umgerechnet.

Nicht alle Wasserkraft-Fragen lassen sich aber auf diese einfache Weise lösen. Die Grenzen des Modellversuchs sind dann gegeben, wenn Einflüsse von Bedeutung sind, die sich im Modell nicht oder nur unvollkommen nachbilden lassen, wie meteorologische Einflüsse, Bodenbeschaffenheit, Geschiebe, Rauhigkeit usw. Zur Erforschung solcher Fragen, die sehr häufig auftreten, bedarf es nicht nur eingehender Studien in der Natur selbst, sondern zu deren Ergänzung auch großer Versuchsanlagen, die es gestatten, mit

Digitized by Google

natürlichen Größenverhältnissen und natürlichen Bedingungen zu arbeiten. Auch in vielen Fällen, wo der Modellversuch in kleinem Maßstab noch genügend zuverlässige Schlüsse auf das Verhalten in der Wirklichkeit ermöglicht, wird es immer wünschenswert sein, durch Vergleichsversuche an den wirklichen Bauten die tatsächlichen Verhältnisse zu erfahren, um die Grenzen der Gültigkeit des Modellversuchs zu prüfen.

Engels, einer der Altmeister der deutschen Wasserbaulaboratorien, stellte einmal folgenden Vergleich an: „An einer Maus, so sagte er, könne man dieselben Untersuchungen machen wie an einem Pferd; denn auch die Maus habe dieselben Organe wie ein Pferd. Wenn aber ein Pferd krank werde, so würde man doch besser einen Arzt zu Rate ziehen, der mit Pferden umzugehen verstehe als einen solchen, der nur Mäuse untersucht habe."

Den Vorschlag, in Deutschland eine großzügige Wasserbau-Versuchsanstalt zu schaffen, hat zuerst der bekannte, langjährige Förderer der Wasserkraftausnützung Oskar v. Miller in München gemacht. Die Pläne Oskar v. Millers, die im Jahre 1924 einer Kommission aus Fachgelehrten von Technischen Hochschulen, Vertretern von staatlichen Ämtern, Wasserkraftwerken und den einschlägigen Industriezweigen vorgelegt wurden, fanden allgemeine Zustimmung und führten im Jahr 1926 unter Mitwirkung der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Gründung des Forschungsinstituts für Wasserbau und Wasserkraft am Walchensee.

Versuchsanlagen und Aufgaben des Forschungsinstituts

Es gibt kaum eine andere Gegend in Deutschland, die sich so sehr für die Errichtung einer großen Wasserbau-Versuchsanlage eignet wie die Umgebung des Walchensees; einerseits weil die Natur dort auf engem Raum eine Fülle von Erscheinungen vereinigt hat, die Gelegenheit zu interessanten wassertechnischen Studien bieten, anderseits weil sich dort die Versuchsanlagen mit den großen Wasserbauten des Walchenseekraftwerks verbinden lassen, die ebenfalls zur Forschung herangezogen werden können.

Als Ort für die Wasserbau-Versuchsanlagen des Forschungsinstituts wurde das stille Obernachtal, wenige Kilometer vom Südende des Walchensees entfernt, gewählt, Abb. 1. Die ganze Versuchsanstalt liegt im Freien und umfaßt ein Gelände von rd. 10 ha. Zum Betrieb der Anstalt stehen Wassermengen bis zu 8 m^3/s zur Verfügung. Das Wasser wird dem Kanal des Walchenseewerks entnommen und wieder dorthin zurückgegeben. Die Geländeverhältnisse auf dem Versuchsfeld gestatten eine fast beliebige Einstellung von Gefällen zwischen 0,5 m und 8 m. Mit dem Bau

Digitized by Google

wurde im Sommer 1928 begonnen; die Betriebsaufnahme erfolgte schon im Sommer 1929. Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, sind verhältnismäßig wenig feste Bauten vorgesehen, das Büro ist in Obernach am Walchensee. Als Richtlinie für den Ausbau der Anlagen war nämlich maßgebend, die Zahl der festen Bauten möglichst zu beschränken, einerseits um keine Hindernisse für die spätere Erweiterung der Anlage zu schaffen, anderer-

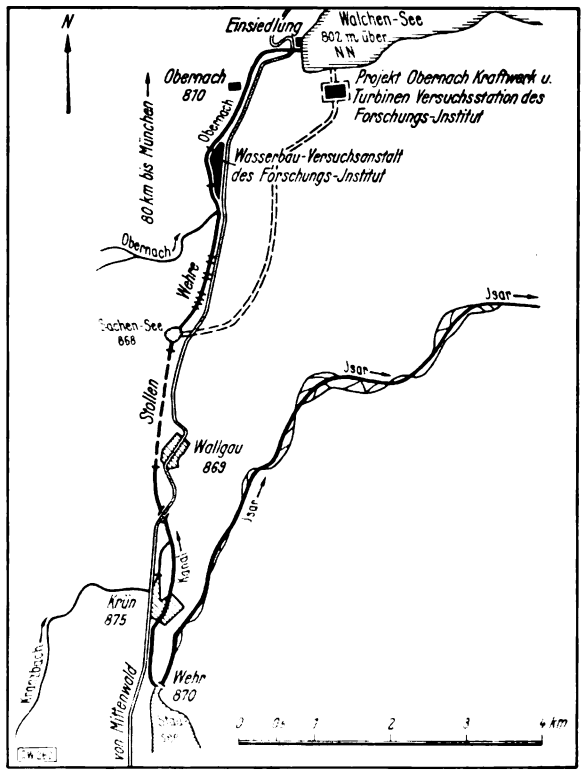


Abb. 1. Lageplan der Versuchsanstalt

seits um die für Versuche benötigten Bauten jeweils dem besonderen Verwendungszweck anpassen zu können. Die meisten Versuchsgerinne und Bauten werden deshalb erst von Fall zu Fall mit einfachen Mitteln errichtet. Die festen Bauten beschränken sich zunächst auf die Einlauf- und Auslaufgerinne, sowie ein Verteilbecken, von dem aus das ganze Versuchsgelände mit Wasser ver-

Digitized by Google

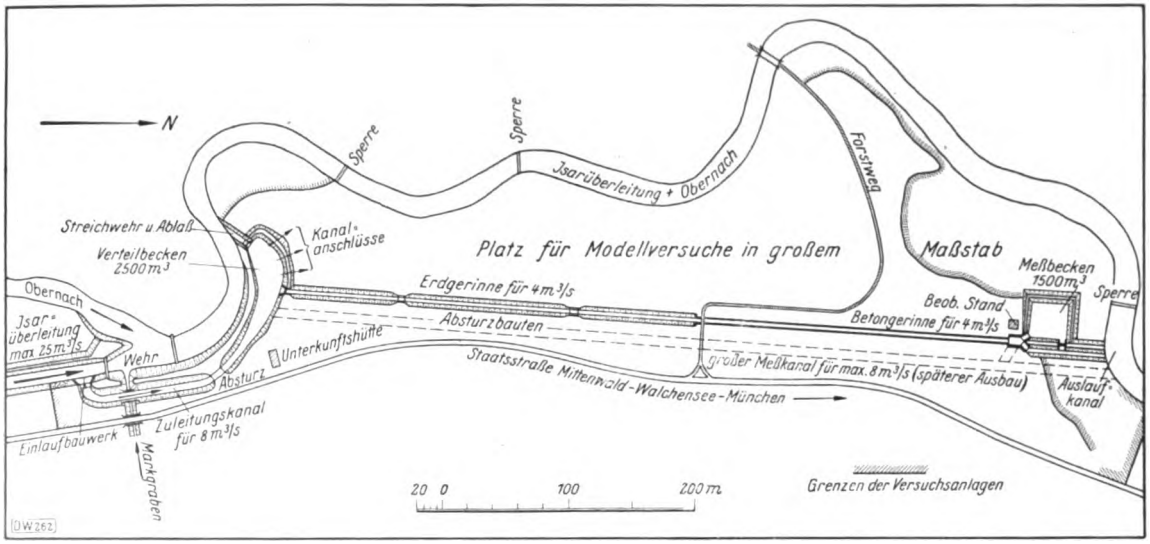


Abb. 2. Wasserbau-Versuchsanlagen des Forschungsinstituts

Digitized by Google

sorgt werden kann, einen 600 m langen Meßkanal und ein 1500 m³ fassendes Becken für Wassermessungen. Über die Größenverhältnisse geben die Abb. 3 und 4 Aufschluß.

Mit den beschriebenen Versuchsanlagen ist das Forschungsinstitut in der Lage, hydraulische Probleme der verschiedensten Art zu untersuchen. Es ist ein besonderer Vorteil, daß bei den Versuchen nicht nur mit großen Wassermengen, großen Versuchs-

Abb. 3. Erd-Versuchsgerinne. Bauzustand November 1928

bauten und natürlichen Bedingungen gearbeitet werden kann, sondern daß auch Einrichtungen vorhanden sind, mit deren Hilfe dieselbe Genauigkeit wie bei Laboratoriumversuchen erreicht wird.

Von den Aufgaben aus dem Gebiet des Wasserbaues, die das Forschungsinstitut in Angriff genommen hat, seien hier einige angeführt: Experimentelle Überprüfung von Erfahrungsgesetzen und Koeffizienten, die der Berechnung von Wasserbauten, z. B. von Kanälen, zugrunde gelegt werden; Erweiterung von Arbeiten, die in Modellversuchsanstalten begonnen wurden, durch Versuche in natürlichem Maßstab; Untersuchung von Schutzbauten zur Verhütung gefährlicher Erosionswirkungen des Wassers in Flußläufen, hinter Wehren usw.; Untersuchungen über den Genauigkeitsgrad und den Anwendungsbereich der verschiedenen Wassermeßverfahren für Turbinenabnahmeversuche u. ä.

Neben diesen Problemen von allgemeiner Bedeutung kann das Forschungsinstitut auch Sonderaufgaben in Angriff nehmen. Auf dem großen Versuchsgelände können z. B. ganze Anlagen von Wasserbauten nachgebildet und deren Zweckmäßigkeit durch Versuche geprüft werden. Es kommen dabei hauptsächlich solche Auf-

Digitized by Google

gaben in Frage, für die ein großer Maßstab der Bauten und natürliche Bedingungen, z. B. Geschiebe, notwendig sind. Als Beispiel hierfür sei auf die Untersuchung von Entwürfen für die Hochwasserfreilegung von Städten, die Korrektur von Flußläufen u. ä. hingewiesen.

Das Programm des Forschungsinstituts sieht noch eine weitere Versuchsanstalt vor, die zur Untersuchung von Wasserturbinen und Pumpen dienen soll. Die Errichtung dieser Versuchstation

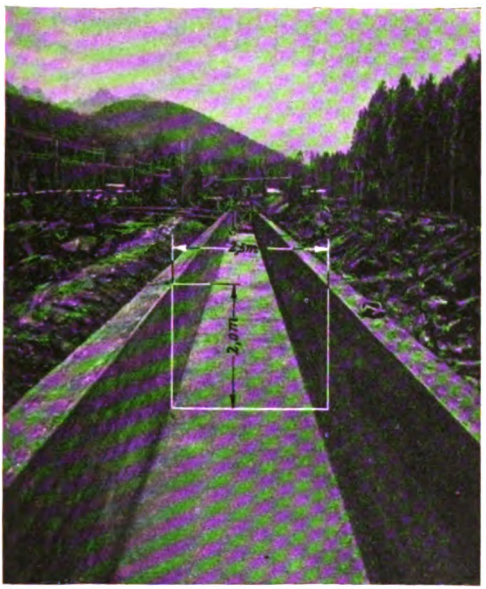


Abb. 4. Beton-Versuchsgerinne

soll im Anschluß an das geplante Obernachkraftwerk bei Einsiedel am Walchensee erfolgen. Für Versuche an Hochdruckmaschinen wird dort ein Gefälle bis zu 60 m, für Niederdruckversuche ein Gefälle bis herunter zu 0,5 m zur Verfügung stehen bei einer Höchstwassermenge von 16 m³/s. Die wichtigste Maschine wird eine Niederdruckturbine sein, deren Abmessungen so groß geplant sind, daß ein Mann in die Turbine einsteigen und die Strömung mit freiem Auge beobachten kann, Abb. 5.

Zur Lösung der Aufgaben ist das Forschungsinstitut nicht allein auf seine eigenen Versuchsanlagen angewiesen, sondern es werden dazu auch die Kanäle und Bauten von Wasserkraftwerken herangezogen. Schon früh hat das Institut mit planmäßigen Untersuchungen an Wasserkraftwerken begonnen und wird die-

Digitized by Google

selben auch künftig weiterführen. Abb. 6 zeigt einen Meßtrupp des Forschungsinstituts bei Versuchen am Kanal des Walchenseekraftwerks.

Aufgaben von so großem Umfang, wie sie in dem erwähnten Arbeitsprogramm des Instituts aufgeführt sind, können nicht durch eine einzelne Forschungsstelle gelöst werden, auch dann nicht, wenn diese über einen großen Stab erfahrener Mitarbeiter verfügt. Es

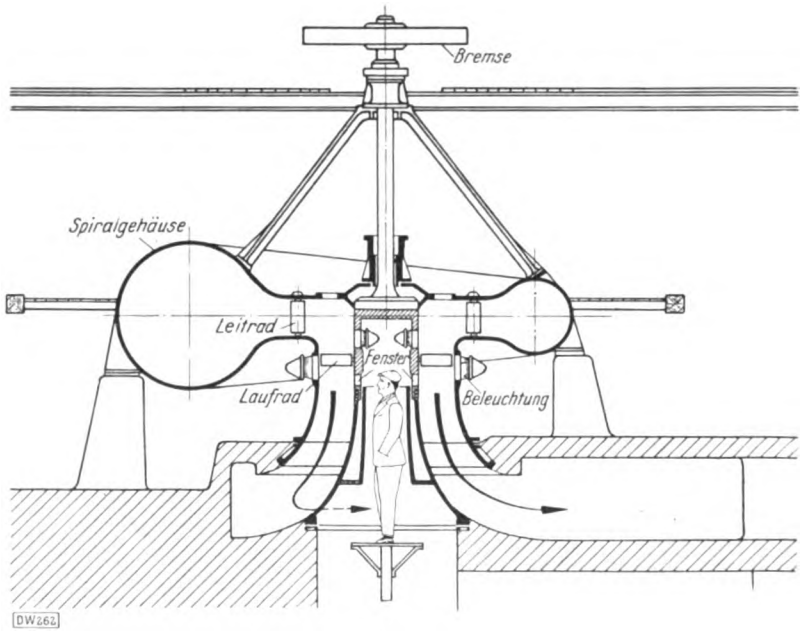


Abb. 5. Niederdruckturbine der geplanten Turbinen-Versuchsanstalt

bedarf vielmehr einer engen Arbeitsgemeinschaft mit andern Forschungsinstituten, mit Kraftwerken, staatlichen Ämtern usw., um das umfangreiche Beobachtungsmaterial zu erhalten, das zur Lösung so großer Aufgaben nötig ist.

Die Organisation des Forschungsinstituts ist deshalb so getroffen, daß eine enge Zusammenarbeit mit andern verwandten Stellen gewährleistet ist. An der Spitze des Instituts steht ein Verwaltungsrat, dem Vertreter von Behörden, der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, Leiter von Wasserkraftwerken und Vertreter der Industrie angehören. Dem Verwaltungsrat steht ein wissenschaftlicher Beirat zur Seite, in dem Fachgelehrte der Wissenschaft und Praxis aus ganz Deutschland vertreten sind.

Digitized by Google

Schon die ersten Arbeiten haben dem Institut Gelegenheit gegeben, seine Beziehungen auch über Deutschland hinaus zu erweitern und Verbindung mit Fachgelehrten in Österreich, der Schweiz, Schweden, Italien, Frankreich und namentlich den Vereinigten Staaten von Amerika anzuknüpfen. Überall hat das junge Institut große und freudige Anerkennung gefunden. Wie sehr die Bedeutung des Instituts auch im Ausland gewürdigt wird, geht am

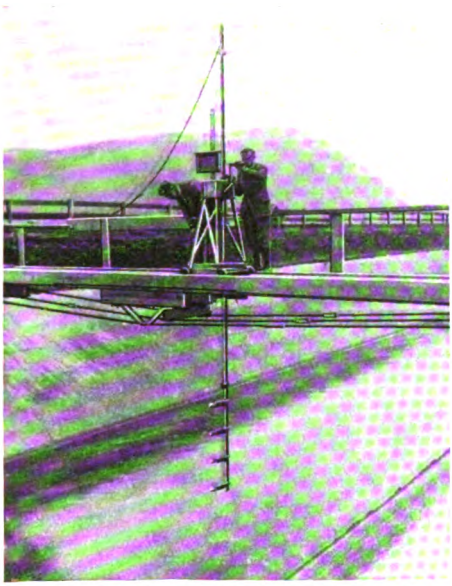


Abb. 6. Meßtrupp des Forschungsinstituts bei Untersuchungen am Kanal des Walchenseekraftwerks

besten aus einer Äußerung des nunmehr 87jährigen Altmeisters der Hydraulik in den Vereinigten Staaten Clemens Herschel hervor: „In meinem ganzen Leben, das ich zum größten Teil als Hydraulik-Ingenieur verbracht habe, habe ich keine Einrichtung kennen gelernt, die so sehr der Förderung der hydraulischen Forschung dient wie das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft. Es erscheint mir wie die Verwirklichung eines Traumes" (Eng. News Record, 20. Dezember 1928).

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

An unsere Mitglieder!

Betrifft: **Technischer Literatur-Kalender.**

Der Technische Literatur-Kalender von Dr. Otto, dessen Ausgabe für das Jahr 1929 unter Befürwortung durch den Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine herausgegeben wurde, konnte bis zum 31. Mai d. Js. von den Mitgliedern der dem Deutschen Verband angeschlossenen Vereine zum Vorzugspreise von 20 RM. (sonst 24 RM.) bezogen werden. Der Verlag R. Oldenbourg hat sich liebenswürdigerweise bereit erklärt, dieses Vorzugsangebot bis zum 31. Dezember d. Js. zu verlängern.

Da wir dem Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine E. V. angeschlossen sind, können auch unsere Mitglieder von diesem Vorzugsangebot Gebrauch machen.

Deutsches Museum
von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik.

Digitized by Google

Digitized by Google

A. W. Zickfeldt, Osterwieck-Harz

Digitized by Google

BILDUNGSWERTE DER TECHNIK

Von Oberstudiendirektor *Dr. Hermann Weinreich*

Din A 5, XII/151 Seiten mit 22 Abbildungen / 1928
In Leinen geb. RM. 7.— (für VDI-Mitglieder RM. 6.30)

Das Buch wendet sich an alle, die von Berufs wegen mit der Technik zu tun haben: vom Arbeiter bis zum leitenden Ingenieur, vom Schüler der Gewerbe- und Fachschule bis zum Studenten und Professor der Technischen Hochschule. Allen will es eine Glaubensstärkung bringen und den hohen Idealismus und die Abkunft der Technik aus dem Reich des Geistes und der Ideen außer Zweifel stellen. Das Märchen vom angeblichen Materialismus der Technik wird mit aller Entschiedenheit zerstört und die Teilhaberschaft der Technik an wahrer Kultur mit aller Gewissenhaftigkeit erwiesen

INHALT: Einleitende Übersicht über die Geschichte der Technik. / Vom Widerstreit in den Beurteilungen der Technik und seinen Ursachen / Technik und Zivilisation / Technik und Kultur / Die Technik im Erziehungs- und Unterrichtsplan allgemein bildender Schulen / Der Ingenieur als Berater in Erziehungs- und Unterrichtsfragen / Literaturverzeichnis / Namen- und Sachverzeichnis

Zu beziehen durch jede Buchhandlung!

VDI-Verlag G. m. b. H. / Berlin NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

= Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

TECHNISCHE MUSEEN ALS STÄTTEN DER VOLKSBELEHRUNG

VON

O. v. MILLER

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

1929
VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München
und
Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des V. d. I., Berlin NW7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 5

TECHNISCHE MUSEEN ALS STÄTTEN DER VOLKSBELEHRUNG

VON

O. v. MILLER

1 9 2 9

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Wenn ein technisches Museum der Volksbelehrung dienen soll, darf dessen Ausgestaltung nicht dem Zufall überlassen bleiben, sondern es muß von Anfang an in all seinen Teilen planmäßig entworfen und ausgeführt sein.

Die ausschlaggebende Bedeutung dieses Grundsatzes war mir bereits klar, als ich im Jahre 1882 die erste deutsche Elektrizitätsausstellung im Glaspalast zu München organisierte. Damals überließ ich es nicht dem Zufall, was und wie die einzelnen Firmen ausstellen wollten, sondern entwarf von vornherein ein Projekt, welches nicht nur der Industrie Gelegenheit zur Bekanntgabe ihrer Leistungen bot, sondern vor allem auch die Besucher durch eine besonders lehrreiche Aufstellung mit den neuen Errungenschaften vertraut machte und sie zur Ausnützung derselben anregte. Im Vordergrund des Interesses stand im Jahre 1882 die elektrische Beleuchtung, und es wurde deshalb systematisch deren Anwendung in Wohnungen, Geschäftsräumen, Bildergalerien, Theatern usw. dargestellt.

Den gleichen Grundsatz befolgte ich bei der Internationalen Elektrizitätsausstellung in Frankfurt a. M., für welche ein gründliches Projekt um so wichtiger war, als ich mir hierbei die Lösung bestimmter Aufgaben vorgenommen hatte.

Es war zu dieser Zeit ein heftiger Streit zwischen den Vertretern der verschiedenen Stromsysteme im Gange, und es mußten deshalb den zahlreichen Städten, die vor der Errichtung von Elektrizitätswerken standen, die Vor- und Nachteile des Gleichstromes wie des Wechselstromes in unparteiischer Weise klargemacht werden.

Die Möglichkeit der elektrischen Kraftübertragung auf weite Entfernung war bereits in der Münchener Ausstellung theoretisch erwiesen, es war aber noch zu entscheiden, ob durch die Anwendung der inzwischen gemachten Fortschritte besonders günstige Energiequellen über ganze Provinzen und Länder wirtschaftlich verteilt werden könnten. Aus diesem Grunde habe ich die Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt a. M. trotz größter Schwierigkeiten mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und der Firma Oerlikon durchgeführt.

Zur Zeit der Frankfurter Ausstellung war die Herstellung fast aller elektrotechnischer Fabrikate in den Händen einiger weniger Großfirmen.

Zur Ergänzung derselben erschien mir die Förderung von Spezialfirmen erwünscht, welche der Entwicklung bestimmter Fabrikationszweige ihre

Digitized by Google

ganze Aufmerksamkeit schenken und durch innige Verbindung mit den Abnehmerkreisen die Verbreitung der elektrischen Beleuchtung, Motorenbetriebe usw. erleichtern.

Dies wurde erreicht, indem ich die Ausstellung nicht nach Firmen, sondern nach den einzelnen technischen Gebieten unterteilte, wobei alle Firmen gezwungen waren, ihre Maschinen in der Maschinenhalle, ihre Motoren in den verschiedenen Werkstätten, ihre Sicherungen und Schalter in der Installationsabteilung, ihre Instrumente in den Meßräumen unterzubringen und dadurch beizutragen, daß auch die Leistungen der kleinen Firmen von den Besuchern gewürdigt werden konnten.

Wie bei diesen Ausstellungen, habe ich auch beim Deutschen Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik die größte Sorgfalt auf eine planmäßige Projektierung der Sammlungen verwendet.

Die erste Frage betraf die Auswahl der darzustellenden Zweige der Naturwissenschaft und Technik.

Es konnte nur eine beschränkte Zahl von Gruppen ausgewählt werden, und es waren hierbei diejenigen Gebiete zu bevorzugen, welche für die allgemeine Volksbildung besonders wichtig erschienen: unter den Naturwissenschaften die Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie und Geologie; aus dem Gebiet des Verkehrswesens die Straßen, die Bahnen, die Kanäle, die Landtransportmittel, die Schiffe, die Flugzeuge; von den zahlreichen Industrien der Bergbau, das Hüttenwesen, die Kraftmaschinen, das Textilgewerbe, die Landwirtschaft usw.; aus dem Gebiet des Bauwesens die Baumaterialien, der Hausbau, der Städtebau und die Versorgung der Städte und Wohnungen mit Licht, Wärme, Wasser, Gas und Elektrizität usw. Im ganzen wurden 40 Hauptgruppen zur Darstellung im Deutschen Museum ausgewählt.

In jeder Gruppe mußte die Entwicklung des entsprechenden Gebietes von den ersten Anfängen bis zur neuen Zeit dargestellt werden. Um die verschiedenen Gebiete auch dem nicht vorgebildeten Laien verständlich zu machen, erschien es am zweckmäßigsten, wenn die Darstellung einer Entwicklungsreihe entsprach, die beim Einfachsten beginnt und zu immer vollkommeneren Formen übergeht, wie dies auch in Lehrbüchern vielfach üblich ist. Auf diese Weise wurde bei jedem Objekt erkannt, wie es sich auf den Errungenschaften der vorhergehenden Stufe aufbaut und wie es seinerseits wieder die Grundlage für die folgenden Verbesserungen bildet. Es mußte außerdem gezeigt werden, welchen Einfluß die wissenschaftlichen Erkenntnisse auf die Entwicklung der Technik genommen haben.

Nach diesen Grundsätzen erfolgte die Ausgestaltung der einzelnen Gruppen, wobei auch hier wieder die äußerste Beschränkung notwendig war, da zwar für den Fachmann eine möglichst vollständige Darstellung in Fachmuseen wünschenswert ist, der Laie aber gerade in einer möglichst gedrängten Übersicht die beste Belehrung findet.

Digitized by Google

Die Projektierung jeder einzelnen Gruppe geschah in der Weise, daß zunächst eine Liste der wünschenswerten Gegenstände mit Angaben über die Art der Darstellung und über die Möglichkeit der Beschaffung angefertigt wurde, wie dies aus dem Muster, Beilage 1, ersichtlich ist.

In den Listen wurden die gewünschten Gegenstände in der Reihenfolge der historischen Entwicklung eingetragen. Sodann wurde für jeden einzelnen Gegenstand angegeben, ob er in einem Original, einer naturgetreuen Nachbildung, einem verkleinerten oder vergrößerten Modell, in Bildern oder Plänen dargestellt werden sollte. Es wurde weiter angegeben, ob das betreffende Original oder Modell in den einzelnen Teilen aufgedeckt oder geschnitten, ob es beweglich bzw. betriebsfähig sein sollte, ob die zur Erläuterung vorgesehenen Versuchsanordnungen durch den Aufseher oder durch die Besucher selbst in Betrieb gesetzt werden sollten.

Für die Beschaffung der gewünschten Gegenstände wurde angegeben, an welchem Orte sich derartige Objekte befinden, ferner die Namen der Besitzer oder die Personen, Firmen und Körperschaften, welche als Stifter in Betracht kommen könnten.

Die nach diesen Listen gewünschten Sammlungsgegenstände wurden in die Grundrisse und Abwicklungen der Gruppenpläne, Beilage 2 und 3, eingetragen, so daß von Anfang an ein vollständiger Überblick über die künftige Ausgestaltung des betreffenden Gebietes gegeben war.

Die Listen und Pläne wurden unter der unmittelbaren Leitung des Museumsvorstandes im Museum selbst ausgearbeitet, weil nur auf diesem Wege die Gewähr für eine von gleichen Gesichtspunkten ausgehende und dadurch einheitliche Gesamtdisposition aller Sammlungen geboten war. An den Arbeiten waren etwa 30 Mathematiker, Physiker, Chemiker, Bau-, Maschinen- und Elektroingenieure, Berg- und Hütteningenieure usw. jahrelang mit größtem Eifer beschäftigt, wobei sie ihre Fachkenntnisse durch historische Studien ergänzten und auch Nachbargebiete so weit studierten, daß es ihnen möglich war, auch Gruppen zu übernehmen, die sich mit ihrem ursprünglichen Arbeitsgebiet nicht vollständig deckten. Es wurde keineswegs übersehen, daß die so hergestellten Listen und Pläne noch der Ergänzung und Verbesserung durch besonders erfahrene Sachverständige bedurften, und es wurden dieselben deshalb an eine Reihe von freiwilligen Mitarbeitern gesandt, die die nötigen Korrekturen vornahmen und Vorschläge in der Rubrik „Bemerkungen" eintrugen.

In den meisten Fällen fanden hierauf noch Besprechungen mit den einzelnen Sachverständigen oder mit den Vertretern der in Betracht kommenden Körperschaften statt.

Auf Grund der schriftlich und mündlich erhaltenen Vorschläge und Ratschläge wurden neue definitive Listen und Pläne hergestellt und diese für die Werbung von Stiftern für die gewünschten Gegenstände benutzt, wobei einflußreiche Persönlichkeiten um ihre Vermittlung gebeten wurden.

Digitized by Google

Die Gründlichkeit der Projekte, welche einen Einblick in die große wissenschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung der geplanten Museumsgruppen gestattete, hat viel dazu beigetragen, dem Museum Freunde, Gönner und opferwillige Stifter zu gewinnen, wie ich dies bei meinen Reisen und Besuchen häufig wahrnehmen konnte.

Durch den Schriftwechsel, die Reisen und Besichtigungen wurde nunmehr auch von allen wichtigen Gegenständen ein genaues Bild der äußeren Erscheinung durch Skizzen, Photographien u. dgl. ermittelt, es wurden die für die Aufstellung erforderlichen Fundamente, Schränke usw. entworfen, die etwa nötigen Antriebseinrichtungen u. dgl. festgestellt.

In besonders wichtigen Fällen, wie z. B. bei der Ausgestaltung des Bergwerkes, der chemischen Laboratorien u. dgl., wurden Modelle der betreffenden Saaleinrichtungen hergestellt oder auch größere Objekte in natürlicher Größe auf Kartons skizziert und in den Sälen probeweise angebracht, bevor die endgültige Aufstellung erfolgte.

Besondere Sorgfalt erforderten die Versuchsanordnungen, für die nicht die Demonstrationsapparate brauchbar waren, wie sie für Mittel- und Hochschulen Verwendung finden, weil diese einen geschulten Experimentator, einen mit den Grundbegriffen des betreffenden Wissenszweiges bereits vertrauten Hörerkreis, vor allem aber auch die mündliche Erläuterung der vorgeführten Erscheinungen voraussetzen.

Versuchseinrichtungen, welche der Volksbelehrung in einem Museum dienen sollen, mußten außerordentlich einfach in der Handhabung sein, weil sie von den ungeschulten Museumsbesuchern selbst, bestenfalls von den Aufsehern, in Betrieb gesetzt werden. Sie mußten sehr robust ausgebildet und ihre empfindlichen Teile mußten vor direkter Berührung geschützt werden. Sie mußten die gewünschten Ergebnisse rasch zeigen und zu diesem Zweck vielfach kontinuierlich arbeiten. Die Ergebnisse mußten so sinnfällig sein, daß sie leicht und sicher beobachtet werden konnten.

Mit Rücksicht auf diese Forderungen mußten fast für sämtliche Versuchsanordnungen völlig neue Dispositionen entworfen werden. Als Beispiel hierfür sei auf die Versuchsanordnungen zur Erläuterung der chemischen Reaktionen, Abb. 1, verwiesen. Hier wird der Nachweis von Eisen in einer Lösung durch Zusatz von Blutlaugensalz erklärt, wobei sich bekanntlich ein Niederschlag von Berliner Blau bildet. Es ist charakteristisch für diese Versuchsanordnung, daß der Besucher sich zuerst durch Drücken eines Knopfes in einem kleinen Sammelgefäß, das die Stelle des Reagenzglases vertritt, eine kleine Menge der zu untersuchenden Lösung einfüllt, daß er sodann durch Drücken eines zweiten Knopfes eine kleine Menge Blutlaugensalz hinzuschüttet, wobei der charakteristische Niederschlag entsteht, und daß er schließlich durch Ziehen an einem Handgriff das Sammelgefäß entleert und ausspült, so daß es für den nächsten Versuch wieder bereit ist. Er bewirkt also innerhalb eines geschlossenen

Digitized by Google

Glaskastens genau dasselbe, was ein Chemiker im Laboratorium zu tun hat, wenn er Eisen in einer Lösung nachweisen will.

Erwähnt seien hier auch besonders wertvolle Versuchseinrichtungen des Deutschen Museums, wie z. B. die Planetarien, bei welchen ich es zur Klärung der sehr schwierigen Sternbewegung im Weltall nicht für genügend hielt, wenn der Beobachter außerhalb des Planetariums steht, sondern verlangte, daß er innerhalb desselben sich befindet, wie er auch auf der Erde innerhalb des Weltalls ist.

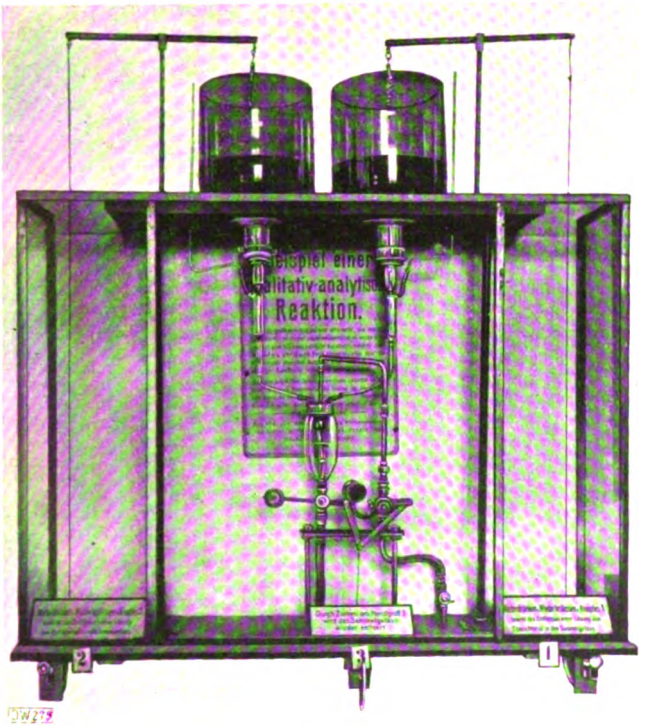


Abb. 1. Beispiel einer Versuchsanordnung

Das geschah bei dem Planetarium, welches die scheinbare Bewegung der Himmelskörper zeigt, und das ich ptolemäisches nannte, dadurch, daß er ruhend im Mittelpunkt desselben steht, Abb. 2, und es geschah bei dem Planetarium, welches die wirkliche Bewegung der Himmelskörper zeigt (kopernikanisches Planetarium), in der Weise, daß er mit der Erdkugel auf einem kleinen Wagen zwischen den übrigen Planeten um die Sonne sich bewegt, Abb. 3.

Digitized by Google

Diese weitgehenden Forderungen wurden von der Firma Zeiß in glänzender Weise erfüllt, und zwar beim ptolemäischen Planetarium durch die geistreichen Konstruktionen von Professor Dr. Bauersfeld und beim

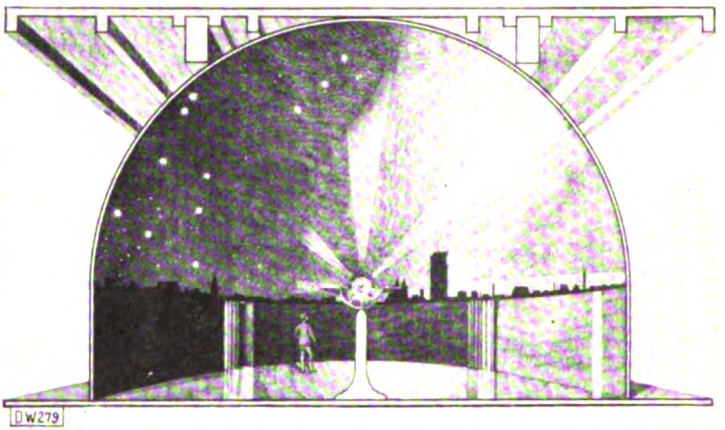


Abb. 2. Ptolemäisches Planetarium mit ruhendem Besucher im Innern der Weltkugel

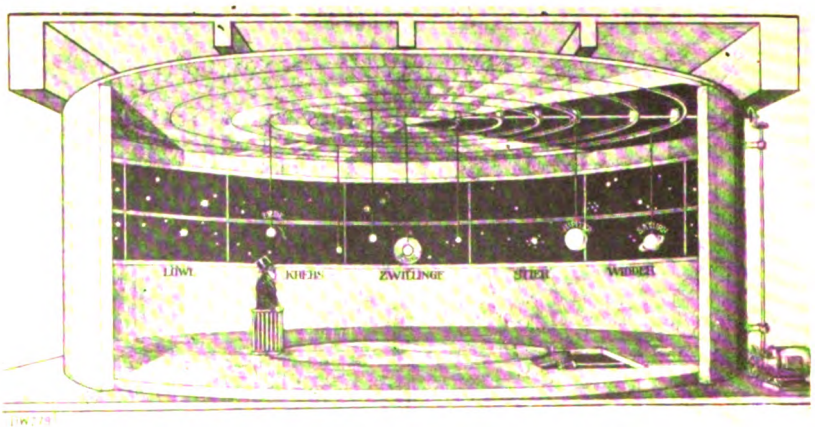


Abb. 3. Kopernikanisches Planetarium mit auf Wagen durch das Weltall fahrendem Besucher

kopernikanischen Planetarium durch die vollendete Mechanik von Oberingenieur Meyer. Die Planetarien bilden damit ein Lehrmittel ersten Ranges, das in zahlreichen Städten Nachahmung fand.

Digitized by Google

Mit der Aufstellung und der richtigen Anordnung der Museumsgegenstände, den hierfür getroffenen Betriebseinrichtungen usw. ist die Aufgabe einer möglichst eindringlichen Belehrung noch keineswegs gelöst; denn es genügt nicht, wie etwa bei einer Gemäldegalerie, eine kurze Bezeichnung der Gegenstände, sie müssen vielmehr durch schriftliche Erläuterungen, wenn nötig mit Schnittzeichnung und dgl., dem Besucher erklärt werden.

Die Abfassung gemeinverständlicher, dabei aber genügend kurzer Erläuterungen gehört zu den schwierigsten, aber auch zu den dankbarsten Aufgaben eines wissenschaftlich-technischen Museums.

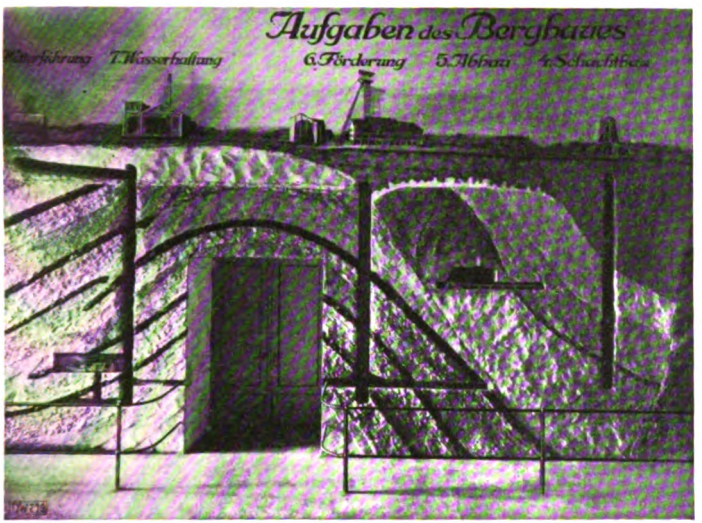


Abb. 4. Ausschnitt aus einer die Gruppe einleitenden Gesamtübersicht

Ein gewisses System hat sich für diese Erläuterungen als besonders zweckmäßig erwiesen.

Wir versuchten, an den Beginn jeder einzelnen Abteilung bzw. Unterabteilung in Form einer Gesamterläuterung mit beigefügten Skizzen oder dergleichen zunächst eine Inhaltsübersicht der nunmehr folgenden Darstellungen zu geben, wie dies z. B. aus Abb. 4 für die Gruppe Bergwesen ersichtlich ist.

Sodann war es nötig, Erläuterungen für jeden einzelnen Gegenstand auszuarbeiten, wobei sehr häufig eine ganze Anzahl von Entwürfen gemacht, überprüft und verbessert werden mußten, bis ein befriedigendes Ergebnis erzielt wurde.

Mitunter wäre die übliche Art der Erläuterung mit fortlaufendem Text trotz aller hierauf verwendeten Sorgfalt nicht genügend verständlich,

Digitized by Google

namentlich, wenn es sich um die Erklärung aufeinanderfolgender Arbeitsvorgänge handelt. In solchen Fällen werden, wie aus Abb. 5 ersichtlich, die abschnittweisen Erläuterungen mit einem beweglichen Modell oder dgl. in unsichtbarer Weise so gekuppelt, daß zu jedem einzelnen Arbeitsvorgang nur der zugehörige Text der Erläuterung erscheint.

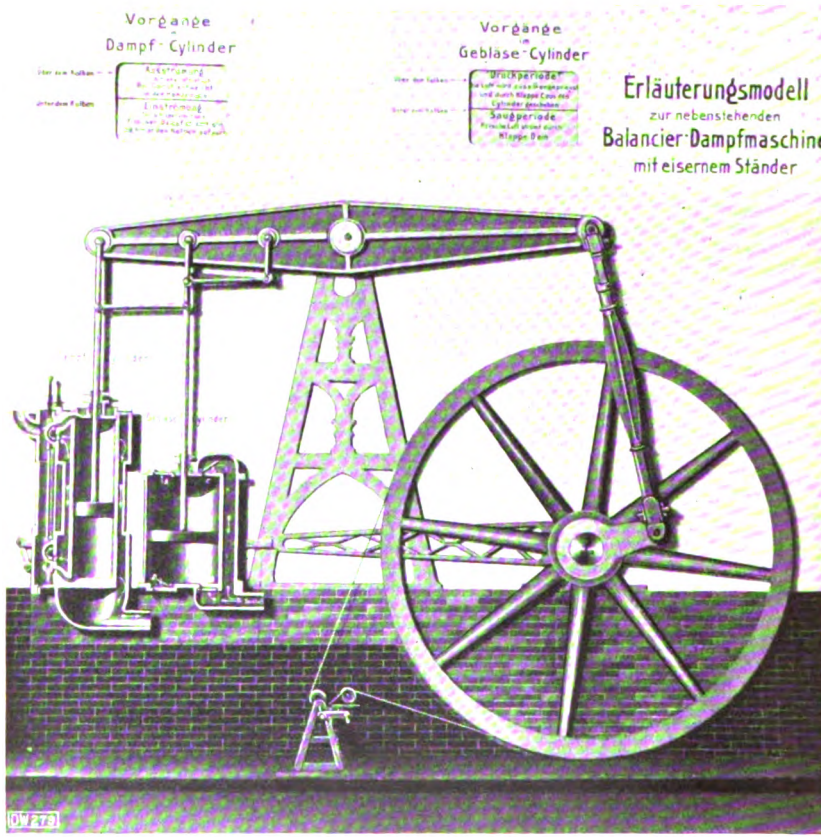


Abb. 5. Abschnittweise erscheinende Erläuterung zur Erklärung von Arbeitsvorgängen

Besondere Sorgfalt erforderten die Erläuterungen der Versuchsanordnungen, vgl. auch Abb. 1. Diese mußten enthalten:

die nötigen Angaben über den Zweck des Versuches,
die möglichst kurze und treffende Anweisung für seine Durchführung,
die genaue, womöglich auch zeichnerische Angabe über die zu machende Beobachtung.

Digitized by Google

Die Wichtigkeit, die den Erläuterungen beigemessen wurde, die außerordentlich viel Zeit und Arbeit erforderten, könnte fast übertrieben erscheinen; in Wirklichkeit bilden in einem Museum für Volksbelehrung gerade die durchgehenden Erläuterungen der ganzen Entwicklung die Hauptaufgabe. Vergleicht man das Museum mit einem Lehrbuch, so vertreten die aufgestellten Museumsobjekte die Illustrationen, die das Buch anziehend gestalten, aber nicht die Hauptsache sind, während den wichtigsten Teil des Buches der Text bildet.

Die Anforderungen, die an die Herstellung von Bildern und Modellen, sowie an die Ausgestaltung von Versuchsanordnungen gestellt werden müssen, sind so eigenartig, daß deren Herstellung vielfach im Museum selbst nötig wird. Ein wissenschaftlich-technisches Museum muß deshalb über eigene Maler-Ateliers, über Bildhauerwerkstätten und mechanische Werkstätten verfügen.

Künstlerisch ausgeführte Bilder können allerdings vielfach auch von auswärtigen Malern hergestellt werden. Es gibt aber Bilder, namentlich schematischer Art, die, wie z. B. die große schematische Darstellung der Eisen- und Stahlerzeugung, nur in unmittelbarer Zusammenarbeit mit den Gruppenvorständen hergestellt werden können.

In der Bildhauerwerkstätte werden nicht nur einzelne Modelle von Gebäuden, Ingenieurbauten u. dgl., z. B. die Nachbildung der Thermen des Diocletian, hergestellt, sondern auch zahlreiche Dioramen, z. B. für die verschiedenen historisch interessanten Elektrizitätswerke. Die Bildhauer schaffen aber auch vollständige Interieurs, wie z. B. die zahlreichen Nachbildungen von Bergwerken in der Bergwerksabteilung, die Laboratorien aus der alchimistischen und phlogistischen Zeit in der chemischen Abteilung, und sie stellen auch die mannigfachen Figuren her, die nötig sind, um die Modelle von Gesamtanlagen zu beleben und durch die Andeutung von Arbeitsvorgängen dem Verständnis näher zu bringen. Abb. 6 zeigt einen Blick in die Bildhauerwerkstätte, in der soeben das Modell des Grabmals von Tay Mahal fertiggestellt wird.

Als Erzeugnis dieser Werkstätte ist in Abb. 7 ein Glasschmelzofen aus dem 16. Jahrhundert mit Figuren wiedergegeben.

In den mechanischen Werkstätten werden die Versuchseinrichtungen hergestellt und erprobt, die den Lehrzwecken des Museums besonders angepaßt sein müssen, und es werden die Reparaturen ausgeführt, die sich gelegentlich infolge der sehr liberalen Benützungsmöglichkeit durch Unvorsichtigkeit oder Ungeschick der Besucher ergeben.

Die Bedeutung all dieser Werkstätten geht wohl am besten aus ihrem Umfang und aus ihrer durchschnittlichen Besetzung hervor. Die Werkstätten des Deutschen Museums nehmen insgesamt einen Flächenraum von 1250 m² ein. Die Zahl der angestellten Maler, Bildhauer, Schreiner, Mechaniker usw. beläuft sich auf 50.

Digitized by Google

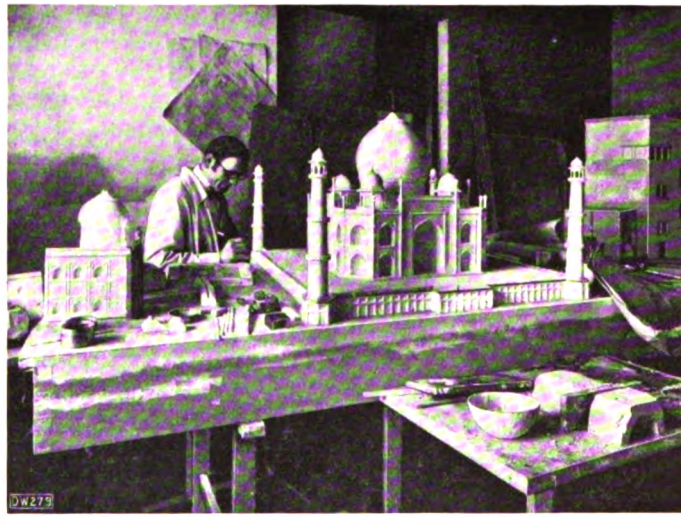


Abb. 6. Bildhauerwerkstätte

Eine möglichst vollkommene Ausgestaltung der Sammlungen durch die Projektierung, durch die Herstellung zahlreicher Museumsgegenstände in eigenen Werkstätten, durch die zweckmäßige Gestaltung der Versuchsanordnungen und durch die gründlich durchgearbeitete Beschriftung würde noch nicht genügen, um die Lehraufgaben des Museums restlos zu erfüllen. Es muß vielmehr auch für die intensive Ausnützung des gesammelten Lehrstoffes gesorgt werden. — Diesem Zweck dienen folgende Maßnahmen:

1. Das Museum muß in weitesten Kreisen bekannt gemacht werden.
2. Die Sammlungen müssen möglichst lange und möglichst zu den Zeiten geöffnet sein, in welchen die Bevölkerung Zeit zur Besichtigung hat.
3. Der Besuch muß durch billige Eintrittspreise erleichtert werden.
4. Das Studium muß durch praktische Kataloge, sowie durch mündliche Erläuterungen möglichst nutzbringend gestaltet werden.

Zu 1. Die Bekanntmachung erfolgt durch Plakate, die in den Straßen, in den Straßenbahnwagen, in sämtlichen Lehranstalten, wissenschaftlichen Instituten usw., in den Gewerkschaftshäusern und Fabriken angeschlagen sind.

Um die Besucher nicht nur aus München, sondern aus allen Teilen des Reiches und des Auslandes zu gewinnen, sind die Plakate auch in den Fremdenverkehrs-Instituten, in den Reisebüros, in den Hotels, in den Eisenbahnwagen und Schiffen angebracht.

Digitized by Google

Außerdem verbreitet das Deutsche Museum Werbeschriften, darunter insbesondere ein Heft, welches erschöpfende Ratschläge für auswärtige Studienanstalten zum Besuch des Museums enthält.

Neben der direkten Werbung durch Plakate und Schriften spielt die indirekte Werbung durch die Presse eine große Rolle. Das Deutsche Museum benützt jede geeignete Gelegenheit, um die Presse über Baufortschritte, über Neuerwerbungen, über Organisationsfragen usw. zu unterrichten.

Eine Werbung besonderer Art kann bei einem privaten Institut, wie das Deutsche Museum, durch die Mitglieder erfolgen, deren wir mehrere Tausend in allen Teilen des Reiches, sowie im Ausland besitzen und die das Unternehmen nicht nur in finanzieller Hinsicht, sondern auch als begeisterte Anhänger in ihrem Freundeskreise fördern.

Die wirksamste Werbung jedoch erfolgt durch die Besucher selbst, wenn sie durch die dargebotene Belehrung wirklich befriedigt sind und durch Erzählungen über das Gesehene immer neue Kreise für den Besuch der Sammlungen gewinnen. Der Erfolg der Werbung drückt sich in der Besucherzahl aus. Das Museum wird gegenwärtig von mehr als 600000 Personen im Jahr besucht; hiervon entfallen schätzungsweise $^1/_3$ auf Münchener und $^2/_3$ auf auswärtige Besucher. Seit Eröffnung der Sammlungen sind mehr als 9 Millionen Besuche erfolgt.

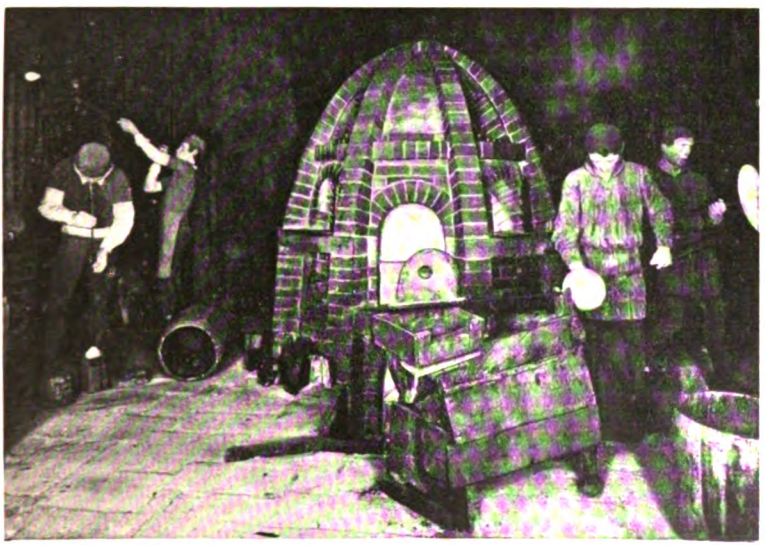


Abb. 7. Alte Glashütte mit Schmelzofen aus der Zeit Agricolas [1]

[1]) Aus der Denkschrift: Deutsches Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele. 2. Aufl. Berlin und München 1929.

Digitized by Google

Zu 2. Viele öffentliche Sammlungen sind nur an einzelnen Tagen und zu einzelnen Stunden geöffnet. Die Öffnungszeiten sind häufig nur den Bedürfnissen eines flüchtigen Reisepublikums, aber nicht den Bedürfnissen der werktätigen Bevölkerung angepaßt.

Im Gegensatz hierzu ist das Deutsche Museum an allen Wochentagen, Sonn- und Feiertagen von morgens 9 Uhr bis abends 7 Uhr bzw. 6 Uhr ohne Unterbrechung geöffnet, wobei die Schwierigkeit der Reinigung dadurch überwunden wird, daß an einzelnen Wochentagen je ein Stockwerk für diesen Zweck geschlossen bleibt. Diese ununterbrochene Öffnung könnte manchem von untergeordneter Bedeutung erscheinen, sie ist es aber nicht, weil das Bewußtsein, jederzeit Einlaß zu finden, den Besuch eines Museums in dem Maße hebt, als umgekehrt die Unsicherheit über die Öffnungszeiten den Besuch vermindert.

Zu 3. Die Frage der Eintrittspreise ist beim Deutschen Museum in sorgfältigster Weise geprüft worden. Die idealste Lösung ist scheinbar der überhaupt kostenlose Eintritt. Das Deutsche Museum hat hiervon bewußt abgesehen, weil es erwünscht war, als Besucher nur solche Kreise zu gewinnen, die einen, wenn auch bescheidenen Betrag für den Besuch aufwenden, dafür aber auch Ansprüche an die Darbietungen stellen.

Für den einmaligen Besuch wird ein Eintrittsgeld von 50 Pfg. erhoben. Der Betrag wird auf 25 Pfg. ermäßigt ab 5 Uhr abends, zu welcher Zeit hauptsächlich die werktätige Bevölkerung das Museum besucht. Die gleiche Ermäßigung erhalten alle Schüler und Studenten, Arbeiter und Angestellte, sowie ganz allgemein alle minderbemittelten Kreise, die sich bei Gewerkschaften, bei Behörden oder beim Deutschen Museum selbst einen Ausweis holen, der ihnen den verbilligten Eintritt gestattet.

Neben dem Einzel-Eintritt werden Dauerkarten für ein Jahr, ein Vierteljahr und einen Monat ausgegeben, und auch hier wird für Schüler, Arbeiter und Minderbemittelte die verhältnismäßig gleiche Ermäßigung wie bei Einzel-Eintritten gewährt.

Schulen und Korporationen erhalten eine weitere Verbilligung in der Weise, daß bei gruppenweisem Besuch nur ein Betrag von 10 Pfg. je Kopf erhoben wird.

Kostenlosen Eintritt genießen Lehrer der Volksschulen, der Fortbildungsschulen und der Mittelschulen.

Um besonders begabten auswärtigen Studenten, Lehrlingen und Arbeitern nicht nur den kostenlosen Besuch, sondern auch die Möglichkeit einer kostenlosen Reise nach München zu verschaffen, wurde eine Reisestiftung gegründet, nach deren Satzungen die Stifter das Recht haben, durch eine einmalige Zahlung von RM 1500 alljährlich, oder durch eine Zahlung von RM 100 in einem Jahr einen Stipendiaten aus einer Schule oder Fabrik in irgendeinem Teile des Reiches nach München zu entsenden.

Digitized by Google

Die betreffenden Stipendiaten erhalten die Kosten der Reise sowie eines 5-tägigen Aufenthaltes in München vergütet.

Um die Stipendiaten zu einem eingehenden und gewissenhaften Studium anzuregen, wurde die Erstattung von Reiseberichten eingeführt, die von einer Kommission durchgesehen und deren beste mit Auszeichnungen bedacht werden.

Von der Reisestiftung machen verschiedene Fabriken in der Weise Gebrauch, daß sie eine größere Anzahl von Stipendien für ihre Angestellten und Arbeiter errichten und diese in einer geschlossenen Gruppe unter besonderer Führung nach München entsenden.

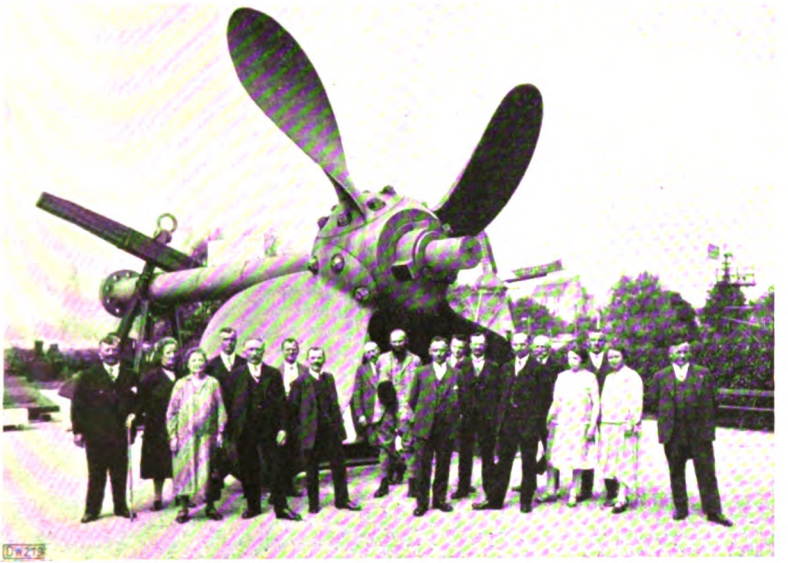


Abb. 8. Gruppe von Stipendiaten der J.-G. Farbenindustrie

Abb. 8 zeigt eine derartige Gruppe der J.-G. Farbenindustrie, die, aus dem Rheinland kommend, das Museum besuchte.

Abgesehen von den Besuchen durch Stipendiaten bemüht sich das Deutsche Museum auch sonst, die Besuche von Körperschaften, Vereinen und Schulen aus allen Teilen des Reiches und des Auslandes zu fördern.

Für korporative Besuche werden nach Errichtung des in Ausführung begriffenen Studienbaues besondere Vortragssäle zur Verfügung stehen, in welchen die Führer der Exkursionen ihre Schutzbefohlenen vor dem Besuch des Museums über die beste Art des Studiums unterweisen und nach dem Besuch die Ergebnisse mit ihnen durchsprechen können.

Digitized by Google

Für den Lehrzweck eines Museums genügt es nicht, zahlreiche Besucher zu gewinnen, sondern es muß auch dafür gesorgt werden, daß diese das Museum mit möglichst großem Nutzen studieren.

Um dies zu erreichen, erhält zunächst jeder Besucher einen Handzettel, Beilage 4, der ihm einen Überblick über den gesamten Inhalt des Museums gibt und Anhaltspunkte für eine zweckmäßige Zeiteinteilung bietet.

Um dem abgestuften Bedürfnis nach gedruckten Erläuterungen möglichst zu entsprechen, hat das Museum eine „Planübersicht", einen „Rundgang" und einen „Führer" herausgegeben.

Die „Planübersicht", 25 Pfg., enthält für einen kurzen Besuch die Liste der im Museum aufgenommenen Gruppen, Pläne der einzelnen Stockwerke, sowie eine kurze Inhaltsangabe der verschiedenen Abteilungen.

Der „Rundgang", RM 1, dient zur Orientierung beim genaueren Studium. Er enthält für jeden einzelnen der 340 Räume eine kurze Inhaltsangabe mit Hinweisen auf die besonders interessanten Einzelobjekte, Demonstrationseinrichtungen usw.

Der „Führer", RM 3.50, enthält für jede Gruppe eine allgemeine Einleitung, eine ausführliche Beschreibung, sowie besondere Angaben über die wichtigsten Einzelgegenstände. Er bietet die Möglichkeit, die im Museum gewonnenen Eindrücke und Erfahrungen durch nachträgliches Studium zu ergänzen.

Die angeführten Druckschriften geben bei richtiger Benützung weitgehende Aufschlüsse über die Sammlungen und sie sind von größter Wichtigkeit für alle diejenigen, die das Museum nicht nur flüchtig besuchen, sondern wirklich studieren wollen.

Neben den Erläuterungen durch Druckschriften ist auch für mündliche Erklärungen Sorge getragen.

Diese erfolgen: 1. durch die Aufseher der einzelnen Säle, 2. durch besonders angestellte Führer.

Mit den Erläuterungen durch die Aufseher haben wir die besten Erfahrungen gemacht. Die Aufseher haben fast durchweg die nötige Vorbildung; denn das Deutsche Museum verwendet soweit irgend möglich, Fachleute auf den ihrer Aufsicht anvertrauten Gebieten. Die Aufseher der Gruppe Berg- und Hüttenwesen sind ehemalige Berg- und Hüttenarbeiter; im Schiffbau sind es Marineleute, in der Physik und Chemie Laboranten, in der Musikabteilung Instrumentenmacher und Musiker usw.

Diese Männer gewinnen eine große persönliche Erfahrung in der Erteilung von Aufschlüssen, die bei den Besuchern das Vertrauen in die Richtigkeit der Erklärungen weckt. Ihre allgemeine Erfahrung wird dadurch ergänzt, daß die Aufseher sich mit den zahlreichen betriebsfähigen Objekten ihrer Abteilung dauernd befassen, daß sie in ständiger Fühlung mit den betreffenden Gruppen-Ingenieuren stehen und bei deren Führungen und Vorträgen anwesend sind, wodurch sie sich eine umfassende Kenntnis über die ihrer Aufsicht unterstellten Gegenstände aneignen.

Digitized by Google

Das Interesse der Aufseher an der richtigen Unterweisung der Besucher ist ein sehr großes, und es zeigt sich unter anderem auch darin, daß die Mehrzahl derselben in ihrer freien Zeit die vom Deutschen Museum eingerichteten Sprachkurse besucht, um auch den zahlreichen fremdländischen Besuchern beim Studium der Sammlungen helfen zu können.

Während die Aufseher jeweils nur die ihnen unterstellten Säle erläutern, erklären die besonders angestellten Führer das ganze Museum.

Die Führer sind wissenschaftlich gebildet und können sich deshalb den Wünschen der Besucher in weitgehendem Maße anpassen.

Die Führungen sind je nach den Bedürfnissen der Besucher abgestuft. Es sind für diejenigen Besucher, die nur wenig Zeit für eine einmalige Besichtigung haben, oder die sich für spätere eingehende Studien zunächst nur einen Überblick verschaffen wollen, allgemeine Führungen, „Rundgänge", eingerichtet, die täglich zweimal stattfinden, etwa 2½ Stunden dauern und je ungefähr die Hälfte der Abteilungen umfassen.

Die Teilnahme an diesen Führungen kostet neben dem Eintrittspreis RM 1 je Person; es werden bis zu 20 Personen zugelassen.

Neben diesen allgemeinen Führungen, die selbstverständlich nur einen ersten Überblick vermitteln, sind Sonderführungen eingerichtet, bei welchen sich der Führer nach den unterschiedlichen Wünschen der Beteiligten richtet; vielfach erfolgen diese Führungen in fremden Sprachen. Der Preis beträgt RM 2 je Teilnehmer, mindestens aber RM 10 für eine Führung. Einem ähnlichen Zweck dienen die Schüler- und Vereinsführungen, die ebenfalls den Wünschen der betreffenden Exkursionsteilnehmer angepaßt werden und für die ein Betrag von RM 0.50 je Person, mindestens ebenfalls RM 10 erhoben wird.

Zum genauen Studium der einzelnen Museumsgruppen sind abendliche Führungsvorträge eingerichtet; diese geben nicht nur eine Beschreibung und Erläuterung der einzelnen Gegenstände, sondern darüber hinaus einen allgemeinen geschichtlich-technischen Abriß über das jeweils behandelte Gebiet. Die Abendvorträge beginnen um 8 Uhr abends und dauern 1½ bis 2 Stunden, wobei nur bestimmte Gruppen, wie z. B. die Astronomie, das Bergwesen, Akustik, Musikinstrumente, Chemie, Schiffbau usw. zumeist durch die Gruppeningenieure selbst eingehend und mit Vorführung der verschiedenen Versuchsanordnungen erläutert werden.

Die Organisation solcher Führungen und Vorträge dürfte vielen als eine ziemlich einfache Sache erscheinen. Sie ist es aber nicht, wenn eine leicht faßbare Belehrung des nicht vorgebildeten Laienpublikums erreicht werden soll.

Es ist vor allem nicht möglich, den sachlichen Inhalt solcher Führungen der momentanen Eingebung der Führer bzw. Vortragenden zu überlassen.

Um einem Mißerfolg zu begegnen, wurde jede einzelne Führung zunächst schriftlich ausgearbeitet; sie wurde sodann probeweise in meinem Beisein

Digitized by Google

unter Zuziehung der Museumsbeamten in den Sammlungen selbst gehalten, und es wurde hierbei auf das genaueste geprüft, ob sie dem Fassungsvermögen eines Laienpublikums in allen Punkten entsprechen. Erst wenn dies, in der Regel nach mehrfachen Wiederholungen, der Fall war, wurde die betreffende Führung bzw. der Vortrag für das Publikum freigegeben.

Der große Wert dieser Führungen und Vorträge ergibt sich daraus, daß sie, den Wünschen der Besucher entsprechend, von Jahr zu Jahr weiter ausgedehnt werden müssen.

Beispielsweise wurden im Juli 1929 54 Rundgänge, 85 Sonderführungen, darunter die Hälfte in fremden Sprachen und 5 abendliche Führungsvorträge mit zusammen 1360 Teilnehmern gehalten[1]).

Die Aufschlüsse, die ich über das Wesen des Deutschen Museums geben wollte, wären nicht erschöpfend, wenn ich nicht neben dem belehrenden auch über den wirtschaftlichen Teil einiges mitteilen dürfte. Diese Mitteilungen kann ich auf die Anschaffungskosten und deren Deckung, sowie auf die Betriebskosten und deren Deckung beschränken.

Die Errichtung eines wissenschaftlich-technischen Museums als Volksbildungsmittel stellt gewaltige materielle Anforderungen; umfassen doch die Bauten des Sammlungsbaues allein einen umbauten Raum von nahezu 300 000 m³ mit einer Aufstellungsfläche in Hallen und Sälen von insgesamt 36 000 m².

Um die Kosten eines so umfangreichen Bauwerkes zu decken, war die Mitwirkung aller beteiligten Kreise nötig. Die Stadt München hatte den kostbaren und viel umworbenen Platz zwischen den beiden Isararmen, dessen rein materieller Wert 1 Million Mark überschritt, kostenlos zur Verfügung gestellt und 1 Million Mark in bar gestiftet. Das Reich und Bayern haben je 2 Millionen Mark, die Industrie weitere 2 Millionen Mark gestiftet und fast das gesamte Baumaterial, wie Eisen, Zement, Holz, Glas usw. beigesteuert. Die zahlreichen Mitarbeiter, die gezwungen waren, eine Entschädigung für ihre Arbeit zu verlangen, haben sich mit den bescheidensten Vergütungen zufrieden gegeben. Viele Künstler und Bausachverständige aber haben völlig kostenlos für das Museum gearbeitet, und sogar die Arbeiter haben in der schlimmsten Inflationszeit in ihren freien Stunden an Samstagen und Sonntagen ohne Vergütung bei der Aufstellung der Museumsobjekte mitgewirkt.

So entstand ein Bau, der seinesgleichen nur in den alten Domen und Rathäusern findet, bei welchen die Bürger je nach ihren Kräften beisteuerten, um die herrlichen Bauten zu schaffen, die wir heute noch bewundern. Der Wert des so geschaffenen Sammlungsbaues einschließlich der reichhaltigen Installationen beziffert sich auf 18 Millionen Mark.

[1] Weitere umfassende Gelegenheit zur Unterweisung der Besucher wird der von Anfang an als Ergänzung der Sammlungen gedachte und zur Zeit in Ausführung begriffene Studienbau bieten, dessen Zweck und Ausgestaltung mit Bibliothek, Hörsaalbau, Vortragssälen usw. in einem zweiten Heft beschrieben werden soll.

Digitized by Google

Die Museumsgegenstände selbst sind größtenteils von Schulen, Behörden, Sammlungen und von Firmen gestiftet, die durch die Aufstellung historischer Gegenstände ihre Gründer und Mitarbeiter ehren wollten.

Der materielle Wert der Museumsgegenstände beläuft sich zur Zeit auf 10 Millionen Mark; ihr historischer Wert ist nicht berechenbar.

Nach den Erfahrungen, die beim Bau des Deutschen Museums gemacht wurden, bin ich der Ansicht, daß zur Errichtung ähnlicher Museen in anderen Städten und Ländern nicht die hierfür bereitstehenden Geldmittel, sondern in erster Linie die Begeisterung maßgebend sein wird, die allein imstande ist, so große Werke zu schaffen.

Die Betriebskosten und deren Deckung sind für das letzte Betriebsjahr aus nachstehender Liste ersichtlich:

1. Ausgaben:

Gehälter und Löhne	RM	600 000.—
Laufende Ergänzung der Sammlungen (nur in geringem Umfange erforderlich, da das meiste gestiftet wird)	„	100 000.—
Unterhaltung, allgemeine Unkosten, Drucksachen usw.	„	250 000.—
Beheizung, Beleuchtung, Gas, Wasser, Kraftstrom usw.	„	200 000.—
	RM	1 150 000.—

2. Einnahmen:

Zuschüsse vom Reich und von Bayern	RM	470 000.—
Zuschüsse von der Stadt München	„	330 000.—
Mitgliederbeiträge u. dgl.	„	100 000.—
Eintrittsgelder, Führungen usw.	„	250 000.—
	RM	1 150 000 —

Aus vorstehenden Zahlen dürfte ersichtlich sein, daß ein Unternehmen, wie das Deutsche Museum, große einmalige und jährliche Ausgaben erfordert. Diese Opfer werden aber reichlich dadurch aufgewogen, daß sie nicht nur begrenzten Kreisen, sondern der Gesamtheit des Volkes zugute kommen, und sie sind gerade aus diesem Grunde auf das beste angelegt.

Eine Frage, die sehr häufig an mich gerichtet wird, bezieht sich darauf, wie das Deutsche Museum ausgebaut und vergrößert werden kann, wenn bei der raschen Entwicklung der Wissenschaft und Technik immer neue Museumsgegenstände hinzukommen.

Die unbegrenzte Vergrößerung eines wissenschaftlich-technischen Museums ist weder möglich noch wünschenswert; denn die Sammlungen

Digitized by Google

des Museums sind schon jetzt so ausgedehnt, daß sie einen mehrmaligen Besuch erfordern, um auch nur im großen und ganzen erfaßt zu werden.

Es bleibt nichts anderes übrig, als den jetzigen Bestand der Sammlungen im Laufe der Zeit in dem Maße zu verringern, als neue Gegenstände hinzukommen. Das ist möglich, weil das Interesse an den Einzelheiten der Entwicklung wechselt. In einer bestimmten Zeit interessiert bei den Kolbendampfmaschinen noch jede einzelne Verbesserung der Steuerung; in einer späteren Zeit wird neben der Type „Dampfturbine" nur mehr die Type „Kolbendampfmaschine" interessieren.

Es ist dies ähnlich wie in einem Geschichtswerk. Zur Zeit der Römer erforderte die Beschreibung des Punischen Krieges ein ganzes Buch, während jetzt wenige Absätze hierfür genügen.

Die Einschränkungen, die sich ein allgemeines Museum in den Einzelheiten allmählich auferlegen muß, sind auszugleichen durch die Errichtung besonderer Fachmuseen über Verkehrswesen, Textil-Industrie, chemische Industrie usw. Aber nicht nur Fachmuseen, sondern auch allgemeine Museen werden in Zukunft neben dem Deutschen Museum entstehen.

In Japan, in Schweden, in Rußland und insbesondere in Amerika will man ähnliche Museen bauen; einzelne hiervon sind bereits weit fortgeschritten. Ich sehe hierin nicht eine unliebsame Konkurrenz, die das Deutsche Museum in zweite Linie rücken könnte, sondern eine Mitarbeit an gemeinsamen Zielen, die ich auf jede Weise durch Rat und Mitwirkung unterstütze. Für das Deutsche Museum aber könnte ich mir keinen schöneren Erfolg denken, als wenn es Veranlassung bieten würde, daß auch in Deutschland weitere wissenschaftlich-technische Museen zur Volksbelehrung in allen größeren Städten errichtet werden, und wenn jedes neue Museum schöner und vollkommener als das vorhergehende wird.

Digitized by Google

Deutsches Museum

Vorschlagsliste

Abteilung: Bergbau
Gebiet: Bergwesen
Gruppe I: Erzbergbau

Sektionen:

A. Erzgewinnung . . . . . Seite 1
B. Erzaufbereitung . . . . . „ 3
C. Brennen und Rösten . . . . . „ 9

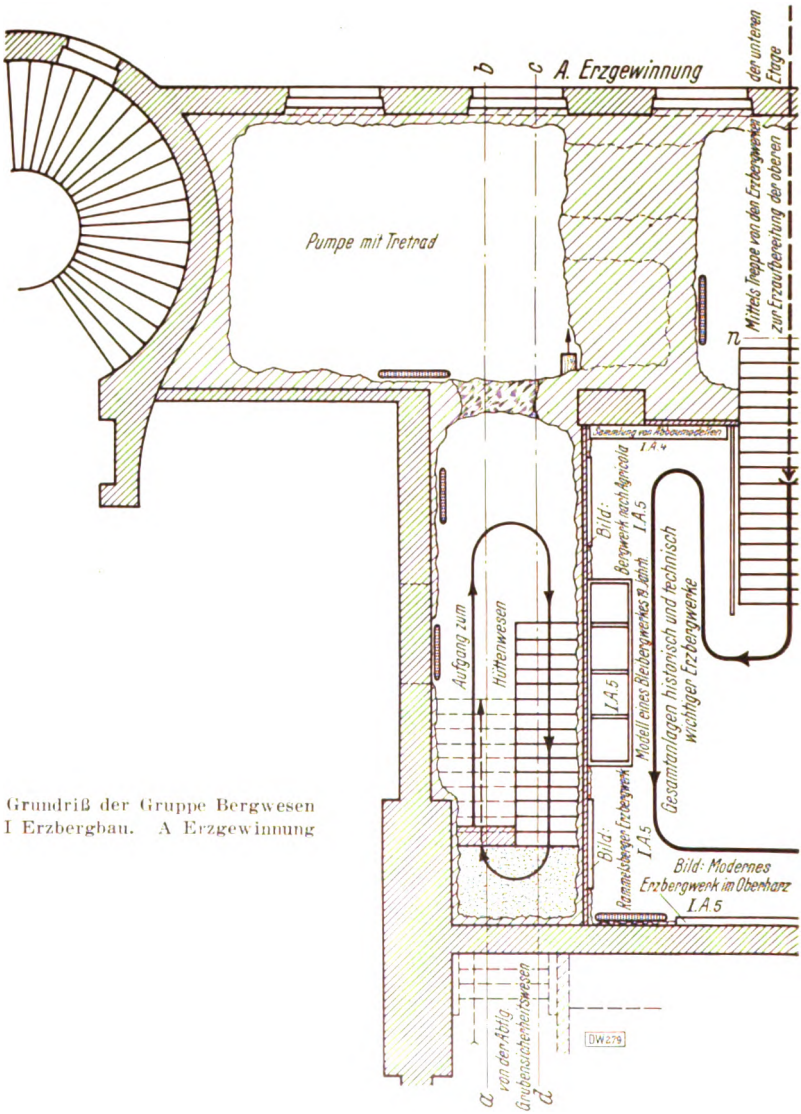
Digitized by Google

Nr.	Gegenstand	Art der Darstellung
1.	**A. Erzgewinnung.** Antiker Erzbergbau: und zwar altägyptischer, altgriechischer und altrömischer Erzbergbau Vgl. Plan Nr. 1 und 2.	Kopien und Originale archäologischer Funde wie Skulpturen, Vasenbilder usw., die über den Betrieb des antiken Erzbergbaues Aufschluß geben.
2.	Erzbergwerk zur Zeit Agricolas im 16. Jahrhundert Abbauszene mit Feuersetzen vor Ort mit lebensgroßer Bergmannsfigur, alten Geräten, Schubkarren, Ventilation mit Lutte und Wetterfoche, Wasserhaltung mit der Heinzekunst und beweglichem Tretrad. Vgl. Plan Nr. 1 und 2.	Begehbares Modellbergwerk mit natürlichem Gestein.
3.	Abbau in einem Silber-Bleibergwerk mit Firstenabbau: Vor Orte mit lebensgroßen Bergmannsfiguren, welche die verschiedenen Gewinnungs- und Gesteinsarbeiten an 2 bis 3 Abbaustößen erkennen lassen mit Rollen- und Kahnförderung. Vgl. Plan 1 und 3.	Begehbares Modellbergwerk mit natürlichem Gestein.
4.	Sammlung historisch und technisch wichtiger Abbaumodelle, wobei die alte regellose Erzgewinnung beim Raubbau, Oerterbau usw. der neueren, planmäßigen Erzgewinnung in möglichst augenfälliger Weise gegenübergestellt werden soll. Vgl. Plan Nr. 1 und 4.	Schnittmodelle in kleinerem Maßstab, etwa 1:50 ca. 60—80 cm lang.

Digitized by Google

Bemerkungen und Wünsche	Aufschlüsse über die Wünsche und Anregungen
Erwünscht: Hinweis bezw. Vermittlung oder Stiftung weiterer Unterlagen, insbesondere für ein Bild oder Relief einer altrömischen Abbauszene.	*Vorbild des vorzeitlichen Kupferabbaues in Mitterberg befindet sich im Augusteum Corolineum Salzburg.* *Professor Dr. Birkner Antropolog. Institut, München.*
Kann von unserer Bildhauerwerkstätte hergestellt werden nach Unterlagen in dem Werke von Agricola und unter Mitwirkung von Bergleuten. Erwünscht: Überlassung von sachkundigen Bergleuten, ferner für den Vorort entsprechende Erzstufen und Gesteinsproben aus einer alten deutschen Erzgrube.	*Empfehle, sich wegen der Pläne, Arbeitskräfte und Materialien an die Grubenverwaltung in Rammelsberg zu wenden.* *Direktor Dr. Waldemar Norddeutsche Affinerie A.-G., Hamburg.*
Kann von unserer Bildhauerwerkstätte unter Mitwirkung von Bergleuten hergestellt werden. Erwünscht: Überlassung von Bergleuten, ferner natürliche Erz- und Gesteinsproben, sowie die Originalausrüstung: Hund, Kahn, Zimmerung, Gezähe, Kleidung für die Bergmannsfiguren.	*Ausrüstungen in Clausthal mit Hilfe von Geheimrat Fischer von der dortigen Bergakademie erhältlich.* *Geh. Bergrat Treptow, Freiberg.*
Vorhanden: Modell eines Stroßenbaues Modell eines Firstenbaues Welche wichtige Erzabbaumethode sollte weiter noch zur Darstellung kommen und wer würde evtl. Modelle davon vermitteln oder stiften?	

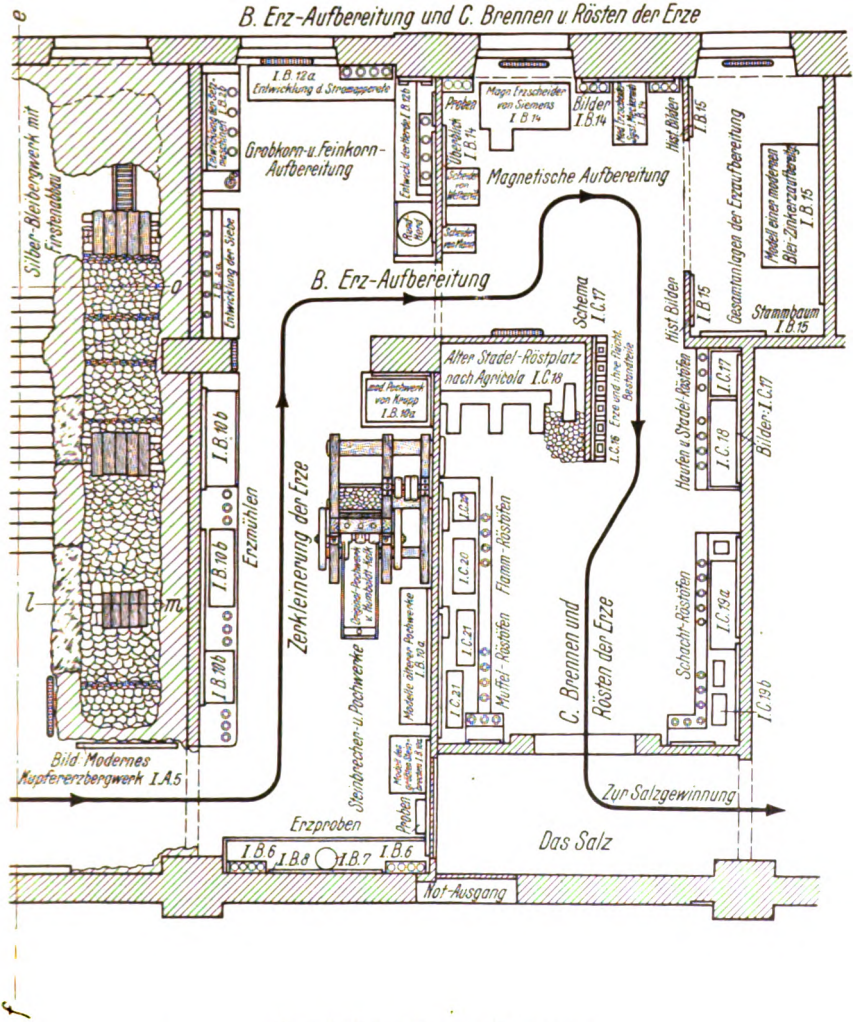
Digitized by Google



Grundriß der Gruppe Bergwesen
I Erzbergbau. A Erzgewinnung

Digitized by Google

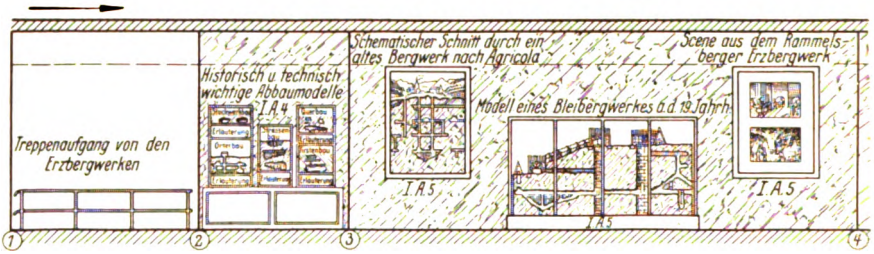
Beilage 2

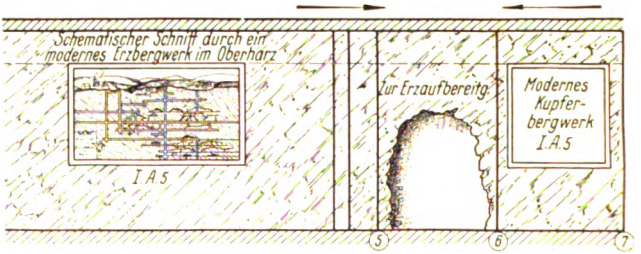


Grundriß der Gruppe Bergwesen
I Erzbergbau. B Erzaufbereitung; C Brennen und Rösten

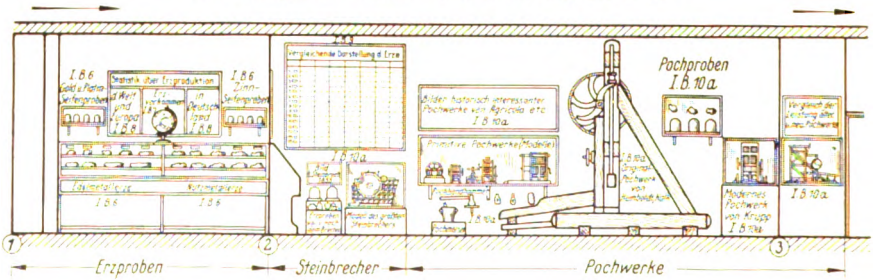
Digitized by Google

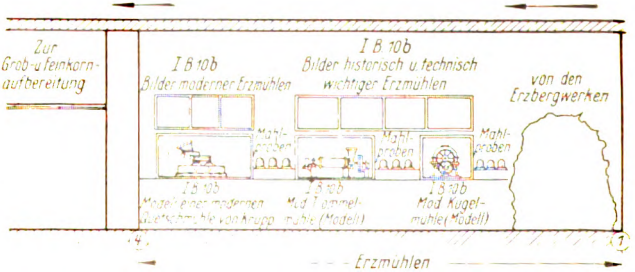
Abwicklung d. Raumes. „Gesamtanlagen historisch u. technisch wichtiger Erzbergwerke"





Abwicklung des Raumes. „Zerkleinerung der Erze"





Digitized by Google

Zeiteinteilung für Museumsbesucher

Das Deutsche Museum umfaßt 340 Ausstellungsräume.
Die Ausstellungsfläche beträgt rund 36 000 qm.
Der Weg, welcher an allen Sammlungsobjekten vorüberführt, ist rund 15 km lang.

Um einen flüchtigen Eindruck zu gewinnen,

sind erforderlich für:

Teil A: Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	2	Stunden
(Montag geschlossen)		
Teil B: Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie .	1½	„
(Dienstag geschlossen)		
Teil C: Zeitmessung, Mathematik, Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität, Telegraphie und Telephonie, Optik, Akustik, Musikinstrumente, Alchimie, Chemische Industrie, Nahrungsmittel und Pharmazie	2	„
(Donnerstag geschlossen)		
Teil D: Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	1	„
(Freitag geschlossen)		
Teil E: Textil- und Papierindustrie, Reproduktionstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	1	„
Astronomie und Geodäsie	1	„
(Samstag geschlossen)		
zusammen	8½	Stunden

Für das Studium einzelner Abteilungen

oder des ganzen Museums, mit Lesen der Erläuterungen, Betätigung der aufgestellten Demonstrationen ist je nach dem Grade der Gründlichkeit ein wesentlich längerer Zeitaufwand erforderlich. Hiernach kann der Besucher seine Zeit einteilen bzw. eine Auswahl der Gruppen treffen.

Restauration im Hause.

Digitized by Google

Führungen

an allen Werktagen

Orientierungsgang durch das Museum in zwei Hälften von 10—12½ und 3—5½ Uhr.

Preis RM. 1.— pro Führung und Person.

Sonder-Führungen nach Wunsch der Beteiligten durch beliebige Gruppen des Museums, bis zu drei Stunden Dauer.

Preis RM. 2.— pro Person, Mindestgebühr RM. 10.—.

Schüler- und Vereinsführungen nach vorheriger Anmeldung bei der Museumsleitung. Preis RM. 0.50 pro Person, Mindestgebühr RM. 10.—.

Vorträge laut besonderem Anschlag.

Pläne und Führer

Pläne der Sammlungen, herausgeg. vom Deutschen Museum . . . Preis **RM. 0.25**

Rundgang durch das Deutsche Museum. Ausgabe 1928. 94 Seiten mit 46 Abbildungen, sämtlichen Plänen und Führungslinien . . . . . Preis **RM. 1.50**

Amtlicher Führer durch die Sammlungen. 2. Aufl., 448 S., mit 150 Abb. und 2 Plänen . . . . . Preis **RM. 3.50**

Zu beziehen durch den Buchvertrieb im Deutschen Museum.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

An unsere Mitglieder!

Betrifft: ***Neuauflage der Denkschrift:***
Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele.

Anläßlich der Eröffnung unseres Sammlungsbaues am 7. Mai 1925 hat der Verein deutscher Ingenieure die Denkschrift „Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele" erscheinen lassen, die unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften von Professor Dr.-Ing. E. h. C. Matschoß herausgegeben wurde. Die erste Auflage dieser Denkschrift war vergriffen, als im Mai 1928 die Abteilungen im II. Stock unseres Sammlungsbaues eröffnet wurden. Die vier an der Herstellung des Werkes beteiligten Firmen: VDI-Verlag G. m. b. H.-Berlin, R. Oldenbourg-München, F. Bruckmann A.-G.-München und Papierfabrik Scheufelen-Oberlenningen haben daher auf Anregung des Museums eine Neuauflage hergestellt, in der den neu eröffneten Abteilungen ein erheblich erweiterter Umfang gewidmet ist.

Obwohl die Herstellungskosten in den letzten Jahren wesentlich gestiegen sind, hatten wir von Anfang an größten Wert darauf gelegt, daß die Neuauflage trotz Neubearbeitung und erheblicher Erweiterung den Verkaufspreis der ersten Auflage von RM 20 nicht überschreite. Die an der Herstellung beteiligten vier Firmen sind diesem Wunsche auch nachgekommen.

Wir weisen unsere Mitglieder auf diese Neuerscheinung besonders hin und bitten sie, die Verbreitung des Werkes nach Möglichkeit zu fördern.

Deutsches Museum
von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik.

A. W. Zickfeldt, Osterwieck-Harz

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DAS DEUTSCHE MUSEUM

Geschichte / Aufgaben / Ziele

Zweite Auflage / 1929

Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von

Conrad Matschoß

Din A 4, 396 Seiten mit 330 Abbildungen und 59 Bildnissen. Ganzleinenband mit Goldprägung RM. 20.— (für VDI-Mitglieder RM. 18.—)

Die Denkschrift bietet das plastische Bild eines monumentalen Kulturwerkes und vermittelt zugleich eine Fülle von Belehrungen und Anregungen, die das Interesse an den Sammlungen des Deutschen Museums wachhalten und dem Museum immer wieder begeisterte Freunde aus allen Kreisen unseres Volkes zuführen. Denen, die das Museum bereits kennen, schenkt das Buch genußreiche Stunden der Erinnerung, den anderen, deren Weg vorerst nicht nach München führt, Vorfreude auf ein großes Erlebnis.

INHALT: Vorwort / Einleitung / Geschichte des Deutschen Museums / Der Ehrensaal des Deutschen Museums / Die Bildungsaufgabe des Deutschen Museums / Der Museumsbau / Die Sammlungen des Deutschen Museums: Die Erde; Bergwesen; Hüttenwesen; Metallhüttenwesen; Eisenhüttenwesen; Metallbearbeitung; Kraftmaschinen; Landtransportmittel; Straßen- und Eisenbahnbau; Tunnelbau; Brückenbau; Wasserbau; Wasserstraßen- und Hafenbau; Schiffbau; Luftfahrt; Mathematik; Physik; Elektrizität und Telegraphie; Musikinstrumente; Meteorologie; Chemie; Baustoff und Hochbau; Beleuchtung; Heizung; Kühlung; Wasserversorgung; Kanalisation; Abwasserreinigung und Badewesen; Gastechnik; Elektrotechnik; Astronomie; Geodäsie; Textilindustrie; Papiererzeugung; Schreib- und Vervielfältigungstechnik; Photographie; Landwirtschaft; Brauerei und Brennerei / Die Förderer des Deutschen Museums / Sachverzeichnis

Urteile der Presse über den Inhalt der I. Auflage:

. . . „Die Denkschrift gehört nicht allein wegen ihres wertvollen Inhalts, sondern auch wegen ihres äußeren vornehmen Gewandes nicht in den Bücherschrank, sondern als Schmuckstück auf den Schreibtisch jeden Ingenieurs." *(Technik und Kultur, Berlin)*

. . . „An Hand des Werkes läßt sich der geistige Besitz des Münchener Sammelpalastes bis in die letzte Schule hineintragen. Die Anschaffung für Schulbüchereien als Vorbereitungsbuch für die Hand des Lehrers kann nur dringend empfohlen werden."
(Allgemeine Deutsche Lehrerzeitung, Berlin)

. . . „Ausgezeichnete Abbildungen sind dem Werke beigegeben. Man möchte annehmen, daß in einiger Zeit das Buch in den meisten Familien zu finden sein wird."
(Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv)

. . . „Das Werk sollte in keiner Bücherei deutscher Behörden, Verkehrs-, Industrie-, Handelsunternehmungen, Handelskammern usw. fehlen."
(Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung!

VDI-VERLAG G. M. B. H. / BERLIN NW 7

R. OLDENBOURG / MÜNCHEN

Digitized by Google

Digitized by Google

Munich
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

GESCHICHTE DER PHOTOGRAPHIE

VON

E. STENGER

1929
VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München
und
Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. d. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

Digitized by Google

Johann Heinrich Schulze

geb. 12. Mai 1687 zu Kolbitz

gest. 10. Oktober 1744 zu Halle a. S.

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

1. JAHRGANG HEFT 6

GESCHICHTE DER PHOTOGRAPHIE

VON

ERICH STENGER

1 9 2 9

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1929 by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Vorwort

Was die Erfindung der Buchdruckerkunst für den Gedanken und das gesprochene Wort war, das wurde die Erfindung der Photographie für die Erscheinung und deren bildliche Darstellung.

Es gibt keinen Zweig menschlichen Könnens, Wissens und Forschens, der sich nicht der Photographie als Darstellungs-, Hilfs- oder Prüfungsmittel bediente. In welchem Maße die Lichtbildnerei unsere kulturellen Fortschritte unterstützt, wird uns kaum mehr bewußt; die schnellebige Zeit nimmt das Vorhandene als selbstverständlichen Besitz für sich in Anspruch; das zähe jahrzehntelange Ringen, welches der Menschheit diesen Besitz verschaffte, wird nur demjenigen bewußt, der die Entstehungsgeschichte der Photographie verfolgt.

Diese Geschichte der Photographie ist schon oft geschrieben worden, sie umfaßt eine verhältnismäßig kurze Zeitspanne; vor etwa 200 Jahren (1727) stellte der deutsche Arzt Johann Heinrich Schulze in Halle a. S. die erste, allerdings vergängliche Lichtkopie her; vor 100 Jahren (1829) verbanden sich zwei Franzosen, der ehemalige Offizier und Erfinder auf anderen Gebieten Joseph Nicéphore Niépce, angeregt zu seinen Arbeiten durch des Deutschen Senefelder Erfindung der Lithographie, und der Kunst- und Dekorationsmaler Louis Jacques Mandé Daguerre durch einen notariellen Vertrag, das von beiden erstrebte Ziel, das optische Bild der Camera obscura, chemisch festzuhalten, gemeinsam zu verfolgen, und vor 90 Jahren (1839) gab Daguerre die erste brauchbare Lösung der gestellten Aufgabe bekannt, Photographien auf Metallplatten zu erzeugen; im gleichen Jahre meldete sich der englische Privatgelehrte William Henry Fox Talbot mit einem photographischen Verfahren auf Papier, das jedoch erst in der Folgezeit verbessert wurde und mit dem französischen erfolgreich in Wettbewerb treten konnte.

Das Jahr 1929 ist nach üblichem Gebrauch ein photographisches Gedenkjahr; denn wohlgerundete Zeitspannen sind verflossen seit den wichtigsten Zeitpunkten in der Lichtbilderfindung. So sei zu den bereits vorhandenen eine weitere Geschichte der Photographie gegeben, die in kurzen Abschnitten das Erreichte zusammenfaßt und bestrebt ist, dem Leser geradlinig darzustellen, wie aus primitivem, mit größten Arbeitsschwierigkeiten verbundenem Beginnen innerhalb weniger Jahrzehnte die Lichtbildnerei zur einfachsten Handhabung gelangte, und wie erd- und weltumfassende photographische Arbeitsgebiete erschlossen wurden.

Berlin, im Oktober 1929

Prof. Dr. Erich Stenger

Digitized by Google

Inhaltverzeichnis

Seite

Vorwort I

Lichtbildnerische Versuche vor der eigentlichen Erfindung 1

Niépce und Daguerre 2

Talbot 7

Die photographische Kamera 9

Die Negativschichten 13

Die Kopierschichten 17

Anwendungsgebiete:

Architektur- und Landschaftsphotographie — Bildnisphotographie — Momentaufnahmen — Photographie auf Reisen — Vergrößerungen — Kombinationsbilder, Photomontagen — Kompositionsporträts — Stereophotographie — Photoplastik — Photographische Buchillustration — Photomechanische Verfahren — Photokeramik — Militärische Photographie — Photogrammetrie — Panorama-Aufnahmen — Ballon- und Flugzeugphotographie — Photographie bei künstlichem Licht — Photographische Registrierung — Photo-Automaten — Paß-Photographie — Verbrecher-Photographie — Photographische Schriftenentzifferung — Mikrophotographie — Photomikrographie — Fernphotographie — Astrophotographie — Farbenphotographie — Kinematographie — Photographische Lautaufzeichnung — Anthropologische Aufnahmen — Medizinische Photographie — Röntgen-Photographie — Röntgen-Kinematographie — Zauberphotographien — Spiritistische Photographie — Photographie als Gewerbe — Photographische Massenauflagen — Photographische Reklamebilder 19

Verschiedenes:

Die Bezeichnungen „Photographie" und „Film" — Die ersten Lehrbücher — Die ersten Zeitschriften — Die ersten Lehranstalten — Die ersten Ausstellungen — Die ersten internationalen Kongresse — Die ersten Preisausschreiben — Die ersten Vereine — Retusche — Lichtfilter — Belichtungszeitmesser — Sucher 35

Frühe Urteile über die Photographie 38

Literaturverzeichnis 39

Namen- und Sachregister 40

Digitized by Google

Lichtbildnerische Versuche vor der eigentlichen Erfindung der Photographie

Die ersten photographischen Versuche, mit Hilfe des Lichtes ein Bild einfachster Art entstehen zu lassen, können wir dem Hallenser Arzt Johann Heinrich Schulze (1687 bis 1744) zuschreiben. Man kannte zwar schon im Altertum die farbenerzeugende und farbenzerstörende Kraft des Sonnenlichtes (Bildung von Pflanzenfarben, Ausbleichen von Malerfarben) und auch schon in früher Zeit, wenn auch wahrscheinlich noch nicht im Altertum, die schwärzende Wirkung des Silbernitrats (Höllenstein) im Lichte, überhaupt mancherlei chemische Lichtwirkungen auf anorganische und organische Körper; aber zielbewußt stellte zuerst Schulze im Jahre 1727 Kopien her, indem er durch Lichtwirkung Schablonenausschnitte auf einer weißen Mischung aus Kreide und Silbernitrat dunkel zur Abbildung brachte und als erster die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze zur Schaffung eines nicht fixierbaren, also vergänglichen Bildes benutzte, das durch Aufschütteln der Kreide-Silbersalzmischung wieder verschwand.

Die photographisch bedeutungsvolle Tatsache, daß sich Silbersalze in violettem und blauem Licht schnell, in anders gefärbten Lichtstrahlen nur langsam verändern, fanden der schwedische Chemiker Karl Wilhelm Scheele (1742 bis 1786) und der Genfer Prediger und Bibliothekar Jean Senebier (1742 bis 1809); die rote Dunkelkammerbeleuchtung gründet sich auf dieser Eigenschaft der Silbersalze. Der englische Töpfer Thomas Wedgwood (1771 bis 1805) brachte auf silbernitrathaltigem Papier im Jahre 1802 durchsichtige und durchscheinende Gegenstände durch reine Kopierwirkung zur Abbildung, war jedoch nicht imstande, diese Bilder lichtbeständig zu machen, zu fixieren. In dieser „kameralosen" photographischen Betätigung, die in neuester Zeit spielerisch wieder ausgeübt wird zur Herstellung von „Photogrammen", hatte er zahlreiche Nachahmer.

Das heute fast ausschließlich verwendete Lösungsmittel für Halogensilber, das Natriumthiosulfat (Fixiernatron), entdeckte im Jahre 1819 der englische Privatgelehrte und Astronom John Herschel (1792 bis 1871). Zahllose Untersuchungen jener Zeit befaßten sich mit den chemischen Wirkungen des Lichtes, hauptsächlich zur Klärung des Wesens des Lichtes.

Digitized by Google

Arbeiten, das in der Camera obscura (deren Erfindung meist dem Italiener Johannes Baptista Porta (1538 bis 1615) zugeschrieben wird, trotzdem sich schon früher, wie bei Leonardo da Vinci (1452 bis 1519) und anderen, entsprechende Schilderungen finden) entstehende optische Bild chemisch festzuhalten, wurden nur von wenigen Forschern in Angriff genommen, und es vergingen noch etwa 100 Jahre seit den primitiven Versuchen des deutschen Arztes Schulze, bis die Schaffung eines photographischen Bildes in unserem Sinne gelang.

Niépce und Daguerre

Ohne Kenntnis voneinander zu haben, beschäftigten sich im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts zwei Franzosen, Niépce und Daguerre, mit dem photographischen Problem.

Joseph Nicéphore Niépce (1765 bis 1833) in Châlon-sur-Saône, ursprünglich Lehrer, dann bis zu einer Erkrankung Offizier, später Erfinder auf verschiedenen Gebieten, war durch Alois Senefelders (1771 bis 1834) Lithographie zu Versuchen angeregt worden, die Bilder der Camera obscura haltbar zu machen; er ersetzte den lithographischen Schiefer durch Metallplatten, überzog diese mit lichtempfindlichen Schichten und kopierte geeignete Vorlagen auf diese. Bereits im Jahre 1816 konnte Niépce mit Hilfe seiner „Heliographie" ätzbare Druckplatten herstellen; er verwendete in jenen Jahren eine lichtempfindliche Asphaltschicht auf Metall, löste die unbelichtet und deshalb löslich gebliebenen Schichtteile weg und ätzte den freigelegten Metallgrund. Derartige Verfahren werden heute noch in der reproduktionstechnischen Druckplattenherstellung verwendet. Im Jahre 1822 soll Niépce auf seinen lichtempfindlichen Schichten den ersten Bildeindruck in der Camera obscura erhalten haben, und man neigt in seiner Heimat Frankreich dazu, in diese Zeit die Geburtsstunde der Photographie zu verlegen. Niépce und Daguerre bezogen ihre Apparate von dem Pariser Optiker Charles Chevalier (1804 bis 1859), der im Jahre 1826 Niépce darauf aufmerksam machen ließ, daß der Maler Louis Jacques Mandé Daguerre (1787 bis 1851) in Paris ähnliche Versuche mache, und auch Daguerre auf die Versuche des Niépce verwies. Da wandte sich bald darauf Daguerre brieflich an Niépce, und als dieser ein Jahr später durch Paris reiste, lernte er Daguerre persönlich kennen; dieser war als Landschafts- und Theatermaler, hauptsächlich aber als Erfinder der Dioramen (1822), d. h. großer, auf durchscheinendem Stoff zweiseitig gemalter Bilder, bei welchen durch wechselnde Beleuchtung Bildveränderungen eintraten, ein weit bekannter Mann, der die Einkünfte aus seiner Erfindung bei seinen photographischen Experimenten verbrauchte. Die anfängliche gegenseitige Zurückhaltung beider Erfinder schwand, als Niepce den Daguerre veranlaßte, mit ihm einen notariellen Vertrag über die weitere Zusammenarbeit und die Aus-

Digitized by Google

beutung „der von Niépce gemachten und von Daguerre vervollkommneten Erfindung“ zu schließen; dieser Vertrag kam am 14. Dezember 1829 zustande und sollte 10 Jahre gelten; jedoch schon im Jahre 1833 starb Niépce und hinterließ Daguerre alle seine Erfahrungen und Ergebnisse; dieser selbst einigte sich mit dem Sohn Isidore Niépce (1805 bis 1868), der in die vertraglichen Rechte seines verstorbenen Vaters eintrat. Niépce-Vater hatte sein heliographisches Reproduktionsverfahren auf asphaltüberzogenen Metallplatten, Daguerre eine neue Anordnung der Aufnahmekamera (Einführung periskopischer Linsen) in die Gemein-

Joseph Nicéphore Niépce
geb. 7. März 1765 zu Châlon-sur-Saône
gest. 5. Juli 1833 zu Châlon-sur-Saône

schaft eingebracht. Niépce hatte bereits Versuche mit Silberplatten angestellt, die er Joddämpfen aussetzte, um blanke Stellen abzudecken (1829); Daguerre fand (1831), daß das Licht auf das sich bildende Jodsilber einwirke, eine Entdeckung, die er angeblich einem Zufall verdankte, und die durch einen weiteren Zufallsfund, die Entwickelbarkeit des latenten, d. h. durch Belichtung unsichtbar erzeugten Bildes auf Jodsilberschichten durch Quecksilberdämpfe, entscheidend für die Gestaltung und Ausübungsmöglichkeit der Photographie in einem uns heute noch geläufigen Sinne wurde. Es würde in unseren Ausführungen viel zu weit führen, wenn wir abwägen wollten, ob tatsächlich Niépce, für den die Franzosen seit

Digitized by Google

langer Zeit eintreten, den Hauptanteil an der Entdeckung der ersten wirklich brauchbaren Ausführungsform der Photographie hat, welche Daguerre erst sechs Jahre nach dem Tode des Niépce veröffentlichte. Seine „Hervorrufung" des latenten Jodsilberbildes durch Quecksilberdämpfe hat eine 60- bis 80fache Abkürzung der Belichtungszeit ermöglicht, d. h. einen außerordentlichen Fortschritt, wenn man bedenkt, daß Niépce seine Asphaltschichten viele Stunden lang der Lichtwirkung in der Camera obscura aussetzen mußte. Vielleicht wäre Daguerre, auf sich selbst angewiesen, nie zur Lösung des Problems gelangt; sicher aber entstammen

Louis Jacques Mande Daguerre
geb. 18. November 1787 zu Cormeilles en Parisis
gest. 10. Juli 1851 zu Bry sur Marne

seinen Beobachtungen jene Verbesserungen, welche die Erfindung des Niepce erst lebensfähig machten. Vergeblich versuchten Daguerre und Niépce-Sohn (1837 bis 1838) eine geldliche Ausbeutung der neuen Erfindung; und so beschlossen sie gegen Ende des Jahres 1838, den Physiker François Arago (1786 bis 1853) in das Verfahren einzuweihen, um es durch ihn der französischen Regierung anzubieten. Auch Alexander von Humboldt (1769 bis 1859) gehörte zu den Auserwählten, welche in der Werkstatt des Daguerre (im „Diorama", das mit allen photographischen Versuchen am 8. März 1839 einer Feuersbrunst zum Opfer fiel) die ersten photographischen Bilder entstehen sahen. Arago erkannte sogleich die Tragweite der Erfindung und machte am 7. Januar 1839 der fran-

Digitized by Google

zösischen Akademie der Wissenschaften die erste Mitteilung, setzte sich in den folgenden Monaten mit ganzer Kraft unter Ausnutzung seines großen Ansehens und seiner vielseitigen Beziehungen für Daguerre ein und erreichte, daß durch ein im Juli 1839 angenommenes Gesetz Daguerre eine lebenslängliche Jahresrente von 6000 Franken, Niépce-Sohn eine solche von 4000 Franken zugesichert wurde gegen Bekanntgabe der genauesten und ausführlichsten Beschreibung der Erfindung. Daraufhin konnte Arago in der denkwürdigen Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris am 19. August 1839 in allen seinen Einzelheiten das Verfahren bekanntgeben, dem man zu Ehren des noch lebenden Miterfinders den Namen „Daguerreotypie" gab, während die Aufnahmekamera „Daguerreotyp" genannt wurde.

Abb. 1. Spottbild auf die Photographie um 1840

„Aber, Herr, ich will die Ansicht meiner Besitzung . . . Pfui Teufel . . . und das da . . . wie kommt der verdammte Nachbar, ans Fenster meiner Gattin? . . . Ihr Daguerreotyp ist eine Erfindung der Hölle . . . Man bringt solche Sachen nicht ans Licht . . . es ist eine Beleidigung . . . ein Schimpf! . . . (Sammlung Stenger)

Daguerres Verfahren bestand darin, daß eine versilberte, gutpolierte Kupferplatte in einem geschlossenen Kasten Joddämpfen ausgesetzt wurde; es bildete sich oberflächlich eine ganz dünne lichtempfindliche Jodsilberschicht, die in der „Camera obscura" belichtet und dann in Quecksilberdämpfen, wiederum in einem geschlossenen Kasten, entwickelt wurde, das heißt, das nach der Belichtung noch unsichtbare (latente) Bild erschien sichtbar, Abb. 3. Die größte, noch zu überwindende Schwierigkeit war, dieses Bild lichtecht zu machen, zu fixieren, d. h. das unbelichtete, zum Bildaufbau nicht verwendete Jodsilber zu entfernen, ohne dem Bilde selbst zu schaden. Daguerre, der nur geringe chemische Kenntnisse besaß,

Digitized by Google

wurde erst spät auf das von Herschel im Jahre 1819 gefundene bestgeeignete Lösungsmittel, das Natriumthiosulfat (Fixiernatron) aufmerksam gemacht.

Bewundernd und staunend stand die ganze Kulturwelt vor den ersten photographischen Erzeugnissen, die zwar spiegelverkehrt, nicht kopierbar (jede Aufnahme wurde zum Bild) und nur in bestimmter Blickrichtung als positives Bild gut sichbar waren. Die Belichtungszeit von einer Viertelstunde bei sonnenbeschienenen Gebäuden erschien verblüffend kurz, wenn

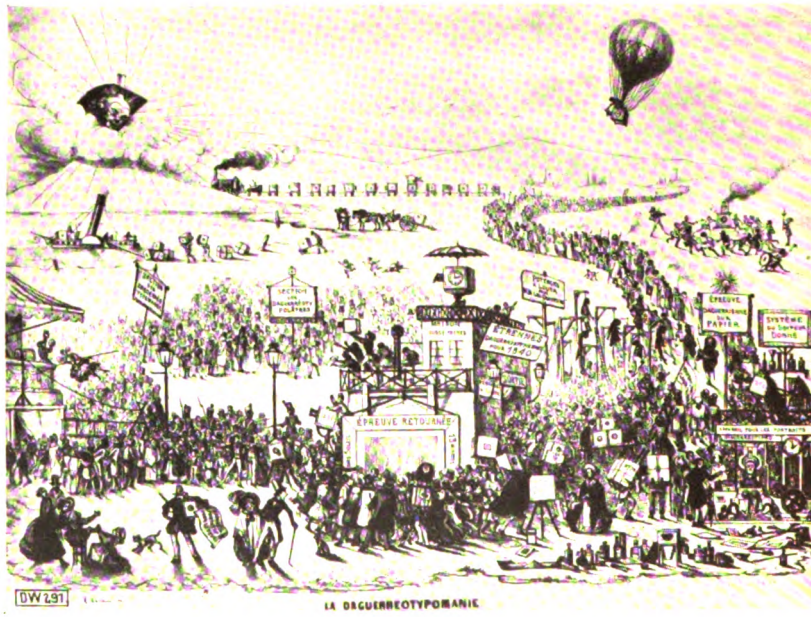


Abb. 2. Spottbild „Die Daguerreotypomanie" von Maurisset aus dem Jahre 1840. Die ganze Welt ist von einem photographischen Taumel erfaßt; die Massen teilen sich in „Daguerre-Entzückte" und „Daguerre-Verrückte". Ein zu Porträtierender ist von eisernen Klammern umgeben. Momentaufnahmen und solche aus der Luft werden vorgeahnt. Den Zeichnern, Malern usw. stehen Galgen zur Verfügung (Sammlung Stenger)

man das die kleinsten Einzelheiten unerreichbar deutlich wiedergebende Bild mit zeichnerischen Erzeugnissen und der für deren Gestaltung aufzuwendenden Zeit verglich. Daguerre wurde mit Ehren überschüttet und fand uneingeschränkte Anerkennung — nur nicht bei den Künstlern, die in der Lichtbildnerei eine ihre Existenz bedrohende Erfindung sahen und gegen dieselbe fast ohne Ausnahme Stellung nahmen, Abb. 1, oder aus kluger Überlegung sich dem neuen Beruf der Daguerreotypisten zuwandten. Gerade diesen Künstlerphotographen verdanken wir die schönsten Daguerreo-

Digitized by Google

typien der Frühzeit. Die Frage, ob die Photographie etwas mit Kunst zu tun habe, ist so alt wie die Lichtbildnerei selbst. Ein allgemeiner photographischer Taumel ergriff die Menschheit, der in einer Darstellung des französischen Karikaturisten Maurisset (1840) zum Ausdruck kommt. Abb. 2. Man bemängelte die Einfarbigkeit der Bilder, und wenn auch die Hoffnung ausgesprochen wurde, daß man die natürlichen Farben im Bilde festhalten könne, so wartete man nicht auf diese in Aussicht gestellte Verbesserung des Verfahrens, sondern begann bereits im Jahre 1840 nach entsprechenden Versuchen des Schweizer Malers und Daguerreotypisten Isenring mittels vorsichtig aufgestreuter Staubfarben den kalten Bildton bunt zu machen. Die Seitenvertauschung der Lichtbilder hob man auf, indem man sie mit Hilfe eines schräg vor das Objektiv gestellten Spiegels herstellte. Die leicht verwischbaren Bilder wurden nach den Angaben von Hippolyte Louis Fizeau (1819 bis 1896) durch Goldtonung in ihrer Haltbarkeit und Farbe verbessert (1840), und was das Wichtigste war, es gelang die Empfindlichkeitssteigerung der Aufnahmeschicht durch Erzeugung von Bromsilber (1840) bzw. von Chlorsilber (1841) neben Jodsilber; an diesen Verbesserungen waren John Frederic Goddard in England, Franz Kratochwila und die Brüder Johann (1821 bis 1900) und Josef Natterer in Wien beteiligt.

Die Daguerreotypie fand in den folgenden Jahren eine außerordentliche Verbreitung; um das Jahr 1860 war sie durch verbesserte Verfahren, welche durch Herstellung eines Negativs die Erzeugung beliebig vieler positiver Bilder möglich machten, völlig verdrängt.

Talbot

Kaum war zu Anfang des Jahres 1839 die erste Kunde der Erfindung Daguerres in die Welt hinausgegangen, da meldeten sich zahlreiche Vor- und Miterfinder, die wir an dieser Stelle übergehen können bis auf einen, welcher in der Folgezeit den größten und wichtigsten Anteil an der Ausgestaltung der Lichtbildnerei erlangen sollte. Es war der englische Privatgelehrte William Henry Fox Talbot (1800 bis 1877) in Lacock Abbey. Bereits im Jahre 1834 hatte er mit Versuchen begonnen, das Bild in der Camera obscura auf Halogensilberschichten festzuhalten. Die geringe Lichtempfindlichkeit dieser Schichten zwang zu außerordentlich langen, praktisch unmöglichen Belichtungszeiten; das entstehende Bild war negativ, d. h. die in der Natur hellen Bildteile erschienen dunkel; die Fixierung der Bilder gelang Talbot nur mit größten Schwierigkeiten, bis ihn Herschel auf das Natriumthiosulfat als Lösungsmittel der unverbrauchten Silbersalze hinwies.

Als Talbot im Januar 1839 von den Ergebnissen Daguerres hörte, gab er sogleich sein eigenes Verfahren bekannt und beanspruchte die An-

Digitized by Google

erkennung der Erstrechte, allerdings ohne Erfolg, da Niépce und Daguerre schon viel früher mit ihren Arbeiten begonnen hatten, und da die scharfen Metallplattenbilder Daguerres den unzulänglichen Papierkopierversuchen Talbots weit überlegen waren. Wie Daguerres Methode erst durch die Entdeckung der Quecksilberentwicklung brauchbar und lebensfähig geworden war, so ging es auch dem Verfahren Talbots, der im Jahre 1841 fand, daß das auf Jodsilberpapier entstehende latente oder nur schwach sichtbare Bild durch Gallussäure entwickelt oder verstärkt werden konnte; auch dieser so wichtige Fund war durch einen Zu-

William Henry Fox Talbot
geb. im Februar 1800 zu Lacock Abbey
gest. 17. September 1877 zu Lacock Abbey

fall zustande gekommen. Talbot überzog Papier nacheinander mit Silbernitrat- und Jodkaliumlösung und einer wäßrigen Lösung aus Silbernitrat, Gallus- und Essigsäure (Gallosilbernitrat); nach der Belichtung in der Kamera wurde das Bild durch Überstreichen mittels Gallosilbernitrat hervorgerufen und zum Schluß in Natriumthiosulfatlösung lichtecht gemacht. Von diesen negativen Papierbildern, die mittels Wachs durchscheinend gemacht wurden, stellte Talbot positive Kopien auf Chlorsilber-Auskopierpapier her. Seinem Verfahren gab er den Namen „Kalotypie", den man zu Ehren des Erfinders in „Talbotypie" änderte, Abb. 4.

Wenn auch Talbots Bilder nicht die Brillanz und Schärfe der Daguerreotypien erreichten, so hatte doch sein Verfahren die für die ge-

Digitized by Google

samte Fortentwicklung der Lichtbildnerei wichtigste Eigenschaft, daß vom erstentstandenen Negativ beliebig viele positive Papierbilder hergestellt werden konnten. Talbot ist der Erfinder des photographischen Kopierprozesses und neben Daguerre der Entdecker der photographischen Hervorrufung.

Blanquart-Evrard (1802 bis 1872), ein Liebhaberphotograph in Lille, verbesserte die Talbotypie, indem er die Gallussäure nur mehr zum

Abb. 3. Daguerreotypie (Sammlung Stenger)

Entwickeln, nicht zur Präparation der lichtempfindlichen Papiere verwendete; er gründete um 1850 in Lille den ersten photographischen Kunstverlag, aus dem zahlreiche photographisch illustrierte Werke hervorgingen.

Die photographische Kamera

Der erste photographische Aufnahmeapparat war aus der Camera obscura hervorgegangen, die in allen möglichen Formen und Größen bereits vor der Erfindung der Photographie vorhanden war, und die man auch

Digitized by Google

gelegentlich auf Reisen zum Nachzeichnen landschaftlicher Bilder verwendet hatte. Daguerres „Daguerreotyp" bestand (zur Scharfeinstellung des Bildes) aus zwei ineinander verschiebbaren Holzkästen, Abb. 5; meist war hinter der Mattscheibe ein Spiegel unter 45 Grad angebracht, in welchem das Mattscheibenbild aufrechtstehend erschien. Die nach den Angaben Daguerres von Alphons Giroux & Co. in Paris hergestellte Kamera (die erste nach Deutschland gelangte steht im Deutschen

Abb. 4. Talbotypie (Sammlung Stenger)

Museum in München) wurde bald an vielen Stellen nachgebaut. Voigtländer in Wien konstruierte 1841 eine röhrenförmige, leicht tragbare Metallkamera, Abb. 6; doch beherrschte in den folgenden Jahrzehnten die Holzkamera den Markt. Unzählige Modelle, dem jeweiligen Stand der Photographie und auch dem beabsichtigten Sonderzweck angepaßt, entstanden im Laufe der Zeit, große Bildformate wurden zuerst bevorzugt, und photographierende Reisende stellten um das Jahr 1860 Negative der Größe 35 × 45 cm und größer her. Noch um die Jahrhundertwende war das Bildformat 13 × 18 cm das dem anspruchsvollen Amateur geläufige,

Digitized by Google

Durch Massenproduktion billiger Aufnahmeapparate kleinen Formates, durch die Einführung des leichten, unzerbrechlichen Films ging die Liebhaberphotographie einem ungeahnten Aufschwung entgegen, der auch heute noch andauert und sich der Liebhaberkinematographie zuwendet. Das große Bildformat wich immer mehr dem kleineren, das dank den verbesserten Objektiven starke Bildvergrößerungen zuläßt. Daguerres einfache Linsen waren lichtschwach und gaben nur ungenügende Bildschärfe.

Abb. 5. Erste nach Deutschland gelangte „Daguerre"-Kamera. Schild derselben mit dem Siegel des Fabrikanten und der Unterschrift des Erfinders (Deutsches Museum, München)

Josef Petzval (1807 bis 1891) in Wien errechnete im Jahre 1840 lichtstarke Porträt- und Landschaftsobjektive, die von Friedrich Voigtländer (1812 bis 1878) in Wien 1841 angefertigt und in dessen Metallkamera zuerst eingebaut wurden. Wichtige Zeitpunkte in der Entwicklungsgeschichte der photographischen Optik sind: die Herstellung des verzeichnungsfreien symmetrischen Doppelobjektivs „Periskop" durch Carl August Steinheil (1801 bis 1870) im Jahre 1865, die Berechnung der verzeichnungs- und farbenzerstreuungsfreien „Aplanate" durch Adolph

Digitized by Google

Steinheil (1832 bis 1893) im Jahre 1866, die durch Ernst Abbe (1840 bis 1905) veranlaßte Gründung des glastechnischen Laboratoriums durch Schott und Genossen in Jena im Jahre 1886, aus welchem zahlreiche neue optisch wertvolle Glassorten hervorgingen, die Errechnung des bis zum Bildrand scharf zeichnenden unsymmetrischen „Anastigmaten" im Jahre 1889 durch Paul Rudolph (geb. 1858), ausgeführt im Jahre 1890 durch Carl Zeiß in Jena, und in der Folgezeit die Konstruktion zahlreicher ähnlicher Objektive symmetrischer Bauart „Doppelanastigmaten".

Objektiv- und Kameraverbesserungen gemeinsam mit der Erhöhung der Lichtempfindlichkeit der Negativschichten wirkten umgestaltend auf die

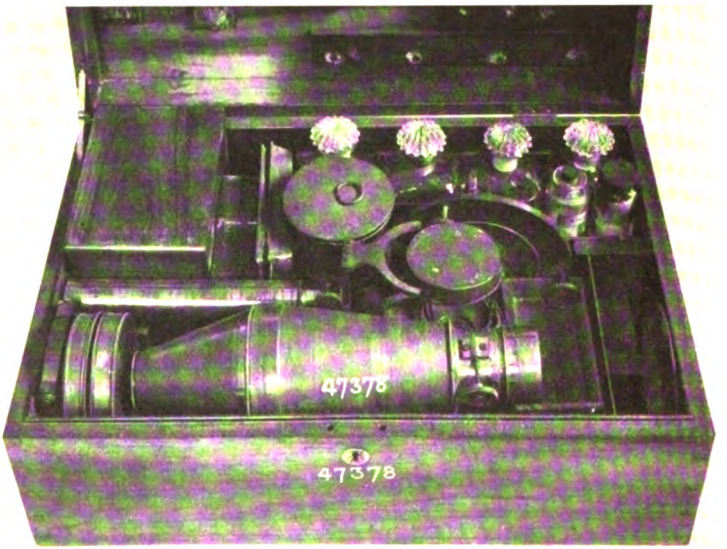


Abb. 6. Voigtländers Metallkamera von 1841[1]) (Deutsches Museum, München)

gesamte Lichtbildnerei. Die großen Stativapparate der Frühzeit leben heute nur noch in Porträt-Ateliers und Reproduktionsanstalten, bis zur Plattengröße von 1 m², fort. Die „Reisekamera" wurde im Laufe der Jahrzehnte handlich und zusammenlegbar gestaltet. Die Balgenkamera, schon seit 1839, erhielt einen umklappbaren Laufboden um 1860. Es entstanden Magazinkammern um 1860, mit Plattenwechseleinrichtungen (die erst voll brauchbar wurden, als man haltbare, trockene Negativschichten geschaffen hatte), aus welchen Wechselsack und Wechselkassetten (1888) hervorgingen. Rollkassetten für Negativpapier gab es bereits seit 1855, sie kamen erst zur

[1]) Aus der Denkschrift „Deutsches Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele", 2. Aufl. Berlin und München 1929.

Digitized by Google

Bedeutung, als George W. Eastman (geb. 1854) im Jahre 1884 den Papierrollfilm als Schichtträger einführte, dem später der transparente Film folgte. Es entstanden zusammenlegbare Klappkameras mit Spreizenversteifung (Dubroni um 1880), Panoramenapparate, seit 1845 unter Benutzung gebogener Daguerreotypplatten, Stereoskopkameras um 1845, Spiegelreflexkameras (Sutton 1860) und Geheimkameras kleinen Ausmaßes in verschiedenen Umkleidungen, z. B. bereits 1872 als Opernglas, von Neck 1886 im Hut, von Stirn 1887 in flacher Form unter dem Rock zu tragen, von Krügener 1888 als Buch.

Die Objektivverschlüsse wurden zur größten Vollkommenheit gebracht. Kürzeste Momentaufnahmen schnell bewegter Objekte wurden durch den von E. H. Farmer (1882) beschriebenen, vor der lichtempfindlichen Schicht vorbeigleitenden „Schlitzverschluß" möglich, den Ottomar Anschütz (1846 bis 1907) in Lissa zu seinen Augenblicksaufnahmen verwendete, Deutsches Patent seit 1888, und Carl Paul Goerz (1856 bis 1923) in Berlin fabrikmäßig baute. Durch alle diese Verbesserungen erschlossen sich der Lichtbildnerei immer neue, ungeahnte Betätigungsmöglichkeiten, unter welchen wohl die Kinematographie, seit 1895, der Allgemeinheit am meisten ins Auge fällt.

Die Negativschichten

Die Daguerreotypie lieferte in bestimmter Blickrichtung positiv erscheinende scharfe Bilder auf nicht kopierbaren Metallplatten, die Talbotypie Papiernegative geringer Durchlässigkeit und mangelhafter Schärfe, deren Bildsilberschicht unmittelbar auf der Papierfaser saß. In zwei Richtungen wurden in der Folgezeit Verbesserungen geschaffen: der Schichtträger und die lichtempfindliche Schicht waren eingreifenden Wandlungen unterworfen.

Der erste, dem die Herstellung von Negativen auf Glas gelang, war ein Vetter des Nicéphore Niépce, ein Offizier namens Claude Marie François Niepce de Saint-Victor (1805 bis 1870); er überzog Glasplatten mit jodkaliumhaltigem Albumin, badete sie nach dem Trocknen dieses Überzuges 10 Sekunden lang in einer essigsauren Silbernitratlösung, wusch mit destilliertem Wasser nach, belichtete und entwickelte mit Gallussäure, der verbesserten Talbotypie Blanquart-Evrards folgend. Das Verfahren erhielt den Namen „Niepçotypie". Wenn auch diese ersten Versuche hauptsächlich infolge der Unempfindlichkeit der Schicht unbefriedigend ausfielen, so blieben sie doch richtungsweisend.

Nachdem die Überlegenheit des Glases als Schichtträger gegenüber Metallplatte und Papier deutlich zutage getreten war, bestand die nunmehr zu lösende Aufgabe darin, den lichtempfindlichen Silbersalzen die richtige Bettung auf dem neuen Schichtträger zu geben. Bereits im Juli 1839 hatte

Digitized by Google

Dr. Fyfe in Edinburgh vorgeschlagen, trockene Silbersalze mittels eines Firnisses auf verschiedene Schichtkörper aufzubringen. Im Jahre 1850 regte der Maler und Photograph Gustave Le Gray (gest. 1882) an, das Kollodium, eine Alkohol-Äther-Lösung der Schießbaumwolle, als Bildschicht zu verwenden, welches aber erst im Jahre 1851 durch die Versuche des Engländers Frederic Scott Archer (gest. 1857), der Erstlingsrechte nachzuweisen suchte und auch die Abziehbarkeit der Kollodiumschicht vom Glase fand, brauchbar wurde, als „nasses Verfahren" etwa 30 Jahre lang die ganze photographische Praxis beherrschte und heute noch in der Reproduktionsphotographie geübt wird. Das Verfahren besteht darin, daß jodiertes Kollodium, auch bromsalzhaltig, auf die Glasplatte ausgegossen wird und nach dem Verdunsten des Lösungsmittels eine dünne Haut bildet; in dieser Bildschicht wird durch Baden in einer Silbernitratlösung lichtempfindliches Jodsilber, und Bromsilber, erzeugt; hierauf wird die Platte sogleich, also in noch nassem Zustande, belichtet und entwickelt.

Der lästige Zwang, die Kollodiumschicht naß, d. h. unmittelbar nach ihrer Herstellung, verarbeiten zu müssen, zeitigte viele Versuche, trockene haltbare Schichten zu erzeugen. So entstand im Jahre 1855 das Kollodium-Eiweiß-Verfahren des französischen Chemikers I. M. Taupenot (1824 bis 1856) und im Jahre 1861 das Tannin-Verfahren des englischen Majors C. Russell (1820 bis 1887). Diese ersten Trockenschichtenverfahren wurden von vielen berufstätigen Lichtbildnern jener Zeit verbessert und auch angewandt, so auch von Hermann Krone (1827 bis 1916) in Dresden bei seinen Aufnahmen in der Sächsischen Schweiz, 1856. In jener Zeit machte die Kenntnis der Hervorrufung des latenten Bildes wichtige Fortschritte; der englische Photograph Wardley stellte 1861 die Entwickelbarkeit der Schichten in alkalischen Lösungen fest.

Eine Vereinfachung des „nassen" Prozesses trat ein durch die Erfindung der haltbaren lichtempfindlichen Kollodium-Emulsion, welche das Silberbad entbehrlich machte. Alexis Gaudin verwies bereits im Jahre 1853 auf diese Möglichkeit, er konnte sie aber erst im Jahre 1861 in die Tat umsetzen.

Alle lichtempfindlichen Schichten, welche in feuchtem Zustande zu verarbeiten waren, fesselten den Photographen an die Dunkelkammer, welche er in irgendeiner Form mit sich führen mußte, wenn er außerhalb seines Ateliers Aufnahmen machen wollte, s. S. 21. Die bereits genannten Trockenschichtenverfahren waren zwar ein wesentlicher Fortschritt, aber auch diese Schichten mußte sich der Lichtbildner selbst herstellen, und erst die Einführung der Gelatine als Emulsionsmittel gestattete es, die lichtempfindliche Schicht zum fabrikmäßig hergestellten käuflichen Handelsartikel zu machen. Auf Verwendungsmöglichkeiten der Gelatine bei Herstellung der Bildschicht war schon früher mehrfach hingewiesen worden; ihre eigentliche Einführung verdanken wir dem englischen Arzt Richard Leach Maddox (1816 bis 1902), der im Jahre 1871 die ersten brauchbaren Bromsilbergelatine-

Digitized by Google

Negative herstellte. Im Jahre 1878 fand Charles Bennet das erste Verfahren, die Empfindlichkeit der Bromsilbergelatine zu steigern, die „Reifung" der Emulsion durch Wärme. Wenige Jahre später — die Trockenplatten wurden nunmehr an vielen Orten fabrikmäßig erzeugt, in Deutschland bereits 1879 durch F. Wilde in Görlitz — war die nasse Kollodiumplatte nur noch in der Reproduktionsphotographie anzutreffen. Untersuchungen von S. E. Sheppard haben 1925 gezeigt, daß organische Verunreinigungen (Thiokarbamid) der Gelatine eine empfindlichkeitssteigernde Wirkung geben.

Durch die Einführung der trockenen Bromsilbergelatineschicht, deren Empfindlichkeit vieltausendmal höher ist als die der Daguerreschen Platte von 1839, wurden der Photographie neue Anwendungsgebiete in allen Zweigen menschlichen Könnens und Forschens erschlossen. Die Liebhaberphotographie wurde in weitestem Ausmaß ermöglicht, besonders durch die Einführung eines durchsichtigen, biegsamen, leichten und unzerbrechlichen Schichtträgers, des Films. George W. Eastman hatte 1884 Papierrollfilme, bald darauf auch mit abziehbarer Bildschicht, erfunden und die von ihm 1888 mit zwei Filmspulen ausgerüstete Kastenkamera in den folgenden Jahren mit transparenten Kollodiumfilmen beschickt. Dem Geistlichen Hannibal Goodwin in Newark war es bereits 1887 gelungen, dünne Zelluloidfilmbänder herzustellen, und ein Prozeß Goodwins um Anerkennung dieser Erfindung und deren photographische Ausnutzung mit Eastmans Kodak-Company endete erst 1914 zugunsten des Klägers.

Nicht in allen Fällen machte man vom durchsichtigen Schichtträger Gebrauch. Als ob man sich der Kopiermöglichkeit der Glasnegative gar nicht bewußt geworden wäre, erzeugte man, wie man es von der Daguerreotypie her gewohnt war, anfangs auch auf Glas, Kollodiumpositive in der Kamera, und zwar auf dem einfachen Wege, daß man ganz dünne Negative mit heller Silberausscheidung schwarz hinterlegte; so erschienen die negativen Bilder positiv. Seit 1853 fertigte man solche Positive auch auf schwarzem Wachstuch als Schichtträger und ersparte sich auf diese Weise das Hinterlegen der Bilder. Diese „Pannotypien" waren technisch meist minderwertig und wurden schnell rissig. Undurchsichtige Schichtträger (dünnes schwarzes Eisenblech), auf welchen positive Bilder in der Kamera erzeugt werden, haben sich bis heute noch in der auf Vergnügungsplätzen und in der Straßenphotographie ausgeübten „Ferrotypie" erhalten: es sind Überbleibsel aus der Zeit, als die Daguerreotypie durch das Kollodiumverfahren verdrängt wurde. Auch die Automatenphotographie, s. S. 28, welche um das Jahr 1889 entstand, machte von dieser billigen Schnellphotographie auf Ferrotypplatten, später mit Bromsilbergelatine-Emulsion überzogen, Gebrauch. Neuzeitliche Automaten liefern Papierbilder.

Die Beschauer der frühesten photographischen Erzeugnisse waren trotz größter Bewunderung dadurch enttäuscht, daß nicht die natürlichen Farben wiedergegeben waren, und bei genauerem Studium der Bilder erkannte man

Digitized by Google

sogar, daß die Umsetzung der natürlichen Farben in die Grauskala mangelhaft blieb. Dies war die selbstverständliche Folge der Tatsache, daß die Silbersalze nur durch violette und blaue Strahlen verändert werden, während Grün, Gelb, Orange und Rot fast wirkungslos sind. Diese Beobachtung hatten bereits Scheele 1777 und Senebier 1782 bei Chlorsilber gemacht, und dieser Fehler trat bei jedem photographischen Bilde auf, das nach einem mehrfarbigen Objekte entstanden war.

Es ist zweifellos die wichtigste Erfindung auf photographischem Gebiete, seitdem wir die Lichtbildnerei an sich kennen, daß es Hermann Wilhelm Vogel (1834 bis 1898) in Berlin im Jahre 1873 gelang, der

Hermann Wilhelm Vogel
geb. 26. März 1834 zu Dobrilugk
gest. 17. Dezember 1898 zu Berlin

blau empfindlichen Negativschicht auch eine Empfindlichkeit für grüne und gelbe Strahlen zu geben durch Anfärben des Bromsilbers mit geeigneten Farbstoffen. Diese „optische Sensibilisierung" wurde durch die von Adolf Miethe (1862 bis 1927) in Berlin im Jahre 1903 zuerst verwendeten Isozyanin-Farbstoffe und durch die von Ernst König (1869 bis 1924) und Benno Homolka (1860 bis 1925) in Höchst am Main gleichzeitig und später in die Photographie eingeführten Farbstoffe der gleichen Körperklasse auch auf orangerote und rote Strahlen ausgedehnt. Durch Farbstoffe, welche von englischen und amerikanischen Forschungslaboratorien um das Jahr 1920 und später hergestellt wurden, gelang sogar

Digitized by Google

eine Sensibilisierung bis ins Infrarot. Auf der Verwendung geeigneter Sensibilisatoren beruht die direkte und indirekte Farbenphotographie und bei gleichzeitiger „Reifungs"behandlung die Herstellung höchstempfindlicher Schichten, welche sogar kürzeste Momentaufnahmen bei nächtlicher Beleuchtung gestatten.

Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts gelangen wichtige Verbesserungen in der Hervorrufung der Negativschichten, nachdem der deutsche Chemiker Momme Andresen (geb. 1857) und die französischen Forscher August (geb. 1862) und Louis Lumière (geb. 1864) den chemischen Aufbau organischer zum Entwickeln des latenten Bildes geeigneter Salze (1891) fest umrissen hatten. Im Jahre 1887 wurde das durch den Engländer William Abney (1844 bis 1920) bereits untersuchte Hydrochinon, im Jahre 1899 durch Andresen das Rodinal und durch Julius Hauff (1835 bis 1899) das Metol (und andere) eingeführt.

Die Desensibilisierung, d. h. die Empfindlichkeitsminderung hochempfindlicher Bromsilbergelatineschichten nach der Belichtung, und zwar vor oder während der Entwicklung durch Safraninlösungen, fand Hinricus Lüppo-Cramer (geb. 1871) im Jahre 1920 und schuf so die praktisch bedeutungsvolle Negativentwicklung bei hellem Licht.

Die Kopierschichten

Wollte man durch die „Daguerreotypie" mehrere Bilder des gleichen Objektes herstellen, so war man genötigt, entweder Aufnahmen entsprechender Zahl zu machen oder von einer vorhandenen Aufnahme Reproduktionen in gewünschter Anzahl wiederum durch Daguerreotypie herzustellen. Die Lichtbildaufnahme war erst zu „Vervielfältigungen" verwendbar, als entsprechend der Arbeitsweise Talbots Negative entstanden, von welchen beliebig viele positive Bilder kopiert werden konnten. Chlorsilberhaltiges Papier diente in der Frühzeit als Kopiermittel; der Photograph stellte sich dieses nur wenige Tage haltbare „Salzpapier" selbst her, indem er Papierbogen auf einer Kochsalzlösung und nach dem Trocknen auf einer Silbernitratlösung schwimmen ließ. Das Bild entstand während des Kopierens sichtbar und lag unmittelbar auf und in der Papierfaser, es sank in den Schichtträger ein; diesen Nachteil verminderte zuerst Blanquart-Evrard, indem er im Jahre 1850 das Chlorsilber in einer Albuminschicht auf dem Papier erzeugte. Albuminpapiere beherrschten viele Jahre lang den Kopierprozeß. Das Zelloidinpapier, bei welchem Kollodium als Bildträger das lichtempfindliche Silbersalz birgt, geht auf die Angaben von G. Wharton Simpson (1865) zurück, die von L. B. Obernetter (1840 bis 1887) in München bald darauf so verbessert wurden, daß 1868 eine fabrikmäßige Herstellung in haltbarer Form gelang. Das Einsinken des Bildes wurde vollständig behoben durch Überziehen des Papiers

Digitized by Google

mit einer Bariumsulfatschicht; das „papier leptographique", welches 1866 in Paris nach Angaben von Martinez-Sanchez und I. Laurent (Madrid) hergestellt wurde, scheint das erste mit „Barytage" gewesen zu sein. Gelatinechlorsilberpapier, unter dem Namen „Aristo-Papier" im Handel, wurde auf Anregung Abneys (1882) von Emil Obernetter in München seit 1884 fabrikmäßig erzeugt. Diese fast ausschließlich als „Auskopierpapiere" verwendeten Schichten wurden im letzten Jahrzehnt durch „Entwicklungsschichten", im wesentlichen mit Bromsilbergehalt, verdrängt. Bromsilberpapier war bereits im Jahre 1839 von Talbot zu Auskopierzwecken verwendet worden; erst die fabrikmäßige Herstellung der Bromsilbergelatine-Trockenplatte veranlaßte auch die Erzeugung gleichartiger hochempfindlicher „Entwicklungspapiere", zu deren Herstellung Eastman die erste Gießmaschine um 1884 baute. Um die Verbreitung solcher Entwicklungspapiere hoher Qualität machte sich vor allem die Neue Photographische Gesellschaft in Berlin-Steglitz seit 1894/95 verdient. Die Chlorbromsilberpapiere, „Gaslichtpapiere", gehen auf Josef Maria Eder (geb. 1855) in Wien zurück. 1883. Fast der gesamte photographische Kopierprozeß baut sich auf der Verwendung lichtempfindlicher Silbersalze auf. Zur billigen Herstellung halbtonarmer Kopien großen Ausmaßes werden Eisensalze verwendet, deren Lichtempfindlichkeit von dem russischen Grafen Alexej Petrowitsch Bestuscheff (Bestußew, 1693 bis 1766) im Jahre 1725 festgestellt wurde. Zum photographischen Kopierprozeß wurden organische Eisensalze zuerst von John Herschel im Jahre 1842 benutzt, Eisenblaudruck; der von William Willis (1843 bis 1923) im Jahre 1873 erfundene „Platindruck" ist ein Veredelungsverfahren von Eisensalzbildern. Neuerdings werden die Eisen-Lichtpausverfahren durch ein Verfahren, welches lichtempfindliche Diazoverbindungen benutzt, verdrängt; dieses „Ozalid"-Lichtpausverfahren wurde im Jahre 1923 von Gustav R. Kögel (geb. 1882) angegeben und hat den Vorteil der trockenen Entwicklung und Fixierung mittels Ammoniakgases.

Die „künstlerischen" Kopierverfahren beruhen auf der Lichtempfindlichkeit von Chromsalzen bei Gegenwart organischer Substanz, die zuerst von Mungo Ponton (1801 bis 1880) im Jahre 1839 bemerkt wurde. Talbot stellte im Jahre 1852 fest, daß Chromatgelatine im Lichte gegerbt wird, d. h. ihre Quellbarkeit im kalten und Löslichkeit im warmen Wasser verliert. Der Franzose Alphons Louis Poitevin (1819 bis 1882) stellte aus einer mit Farbstoff versetzten Bichromatgelatineschicht im Jahre 1855 die ersten „Pigmentdrucke" her, deren Übertragung auf neue, haltbare Schichtträger zur Sicherung der Halbtöne der Engländer Joseph Wilson Swan (1828 bis 1914) im Jahr 1864 lehrte. Die Erhaltung der Halbtöne hatte bereits im Jahre 1855 J. C. Burnett in der Art zu erreichen versucht, daß er durch den Schichtträger hindurch belichtete, ein Verfahren, welches seit 1921 der Österreicher Heinrich Kühn bei seinem „Leimdruck" (mittels Tischlerleim) benutzt. An Stelle der Gelatine verwendete

Digitized by Google

der Engländer John Pouncy im Jahr 1858 Gummiarabicum und schuf den „Gummidruck".

Die „Einstaubverfahren", die Klebrigkeit wasserhaltiger Gelatineschichten ausnützend, gehen auf den Italiener Alexander Sobacchi in Lodi im Jahre 1879 zurück, die „Einsaugverfahren", in welchen die quellbare Gelatine mittels wäßriger Farbstofflösung angefärbt wird, auf den Engländer Charles Cros, der 1881 die „Hydrotypie" beschrieb, welche später als „Pinatypie" nach der Ausarbeitung Léon Didiers aus dem Jahre 1905 Bedeutung als Kopierverfahren zur Herstellung ein- und mehrfarbiger Bilder erhielt und von den Farbwerken in Höchst am Main gebrauchs- und handelsfertig gemacht wurde.

Alle diese und noch andere Verfahren bedienen sich der im Lichte eintretenden Veränderung chromsaurer Salze bei Gegenwart organischer Substanzen (Kolloide). Daß Kolloide unter gewissen chemischen Bedingungen bei Gegenwart metallischen Silbers, Bildsilbers, also ohne Lichtzufuhr, gegerbt werden können, beschrieb zuerst der Amerikaner Howard F. Farmer (gest. 1926) im Jahre 1893. Aus dieser Beobachtung heraus entwickelten die Engländer Thomas Manly im Jahre 1905 den „Ozobromdruck" und C. Welborne Piper (1866 (?) bis 1919) im Jahre 1907 den „Bromöldruck". In beiden Verfahren, unter welchen das zweite besonders in Deutschland eine weite Verbreitung gefunden hat, dient als Ausgangsmittel ein entwickeltes Silberbild, das bei der den Verfahren eigenen chemischen Umsetzung ausgebleicht wird und gleichzeitig die das Silber einschließende Gelatine bildgemäß gerbt und zur Farbstoffaufnahme vorbereitet.

Anwendungsgebiete

Die Arbeitsweise des Daguerre, das erste gebrauchsfähige Verfahren, Lichtbilder in der Camera obscura zu erzeugen, war am 19. August 1839 Allgemeingut geworden. Die Arbeitsvorschriften wurden sogleich nach der Bekanntgabe in alle Kultursprachen übersetzt und befanden sich bereits lange vor Jahresende in jeder Hand. So entstanden dem Erfinder allerorts Mitarbeiter. In zahllosen Aufsätzen und Berichten wurden Arbeitsgang und Erfolge besprochen, Verbesserungsvorschläge gemacht und Anwendungsgebiete erschlossen.

Architektur- und Landschaftsphotographie. Die Versuche des Niépce, auch aus der Zeit der Zusammenarbeit mit Daguerre, beschränkten sich darauf, gedruckte Bilder zu reproduzieren. Niépce brauchte eine Belichtungszeit von 10 bis 12 Stunden, um auf seiner Asphaltschicht einen Bildeindruck zu gewinnen. Daguerres Jodsilberverfahren mit Quecksilberentwicklung setzte die Belichtungszeit für sonnenbeschienene Gebäude und Landschaften auf 15 bis 20 Minuten herab

Digitized by Google

Durch Empfindlichkeitssteigerung der Schicht wurde um 1840 die Aufnahmezeit auf 10 bis 20 Sekunden vermindert. Die ersten daguerreotypischen Versuche wurden allerorts an architektonischen und landschaftlichen Objekten vorgenommen.

Bildnisphotographie. Die ersten Versuche, Menschen zu photographieren, gehen zweifellos auf Daguerre selbst zurück. Nachweislich legte er am 23. September 1839 der französischen Akademie der Wissenschaften menschliche Bildnisse vor. In einer bei Susse & Lerebours in Paris vor Ablauf des Jahres 1839 erschienenen Beschreibung und Gebrauchsanweisung wird in einem besonderen Abschnitt geschildert, was bei Porträtaufnahmen zu beobachten ist: gutes Licht sei notwendig, besonders bei gerötetem Teint, der nicht anders als schwarze Farbe wirke; man werde nur dann ein brauchbares Bild erzielen, wenn man in voller Sonne arbeite und mit weißen Tüchern das Licht reflektiere. Arago habe den Rat gegeben, den Aufzunehmenden hinter ein blaues Glas genügender Größe zu setzen, um ihn nicht unter den Sonnenstrahlen allzusehr leiden zu lassen; und dadurch würde die Operation nicht verlängert. — Tatsache ist, daß man damals die Gesichter weiß puderte, da die Hautfarbe zu langsam auf die Platte einwirkte. Es war eine Qual, eine Viertelstunde lang in voller Sonne oder auch hinter blauem Glase unbeweglich sitzen zu müssen, um zu einem daguerreotypischen Bildnis zu gelangen. Noch gegen Ende des Jahres 1841 brauchte Daguerre eine Belichtungszeit von 3¼ Minuten, als er Louis Philippe, den französischen König, auf einem Balkon, also im Freien, porträtierte.

Momentaufnahmen. Wohl die ersten „Augenblicks- oder Sekunden-Bilder" von Straßenszenen und dergleichen wurden im Jahre 1841 von den Brüdern Johann und Joseph Natterer in Wien auf einer daguerreotypischen Jodchlorsilberschicht hergestellt; Talbot war erst zwei Jahre später so weit, s. S. 24. Die eigentliche Momentphotographie gelang erst viel später mit Hilfe der hochempfindlichen Bromsilbergelatine-Emulsionen.

Photographie auf Reisen. Schon Arago hatte am 3. Juli 1839 in seinem großen Bericht über Daguerres Erfindung auf den wissenschaftlichen Nutzen der auf Reisen erhaltenen Photographien hingewiesen. Der erste photographierende Reisende dürfte der Schlachtenmaler Horace Vernet (1789 bis 1863) gewesen sein; denn er photographierte bereits im November 1839 gemeinsam mit dem Maler und Verleger Adolphe Goupil (1806 bis 1893) in Malta und Smyrna und lieferte im Jahre 1840 eine Aufnahme von Beirut für das illustrierte Reisewerk „Excursions Daguerriennes", das neben anderen auch Drucke von geätzten Daguerreotyp-Platten enthielt, s. S. 25. Die Lichtbildnerei auf Reisen bereitete besondere Schwierigkeiten, solange man noch nicht in der Lage war, haltbare licht-

Digitized by Google

empfindliche Schichten herzustellen. Der Photograph war darauf angewiesen, eine Dunkelkammer irgendwelcher Art mit sich zu führen, um die Schichten unmittelbar vor der Aufnahme zu präparieren und unmittelbar nach der Aufnahme zu entwickeln und fertigzustellen. Unzählige Konstruktionen von Aufnahmeapparaten, die gleichzeitig die Dunkelkammer ersetzten, und von tragbaren und fahrbaren Dunkelkammern kleinen und großen Ausmaßes wurden zur Zeit der Photographie mittels nasser Kollodiumplatten angegeben und gebaut. Ein Lichtbildner um 1860 war schwer bepackt, s. Abb. 7, 8, 9, 10, auch wenn die notwendige Ausrüstung auf

Abb. 7. Photograph um 1860

kleinstem Raum zusammengedrängt war. Der Photograph Aimé Civiale, der von 1859 bis 1868 wissenschaftlich hochwertige Aufnahmen der Zentralalpen in der Größe bis zu 27 × 37 cm fertigte, mußte 250 kg photographisches Gepäck auf Höhen über 3000 m schaffen lassen, und August Bisson, der im Jahre 1862 drei Aufnahmen auf dem Gipfel des Montblanc machte, war von fünfundzwanzig Trägern begleitet, die abwechselnd Kamera, Platten, Chemikalien und Dunkelzelt schleppten.

Vergrößerungen. Bildnisaufnahmen in natürlicher Größe sollen schon im Juni 1840 auf dem Dache eines Pariser Hauses gemacht worden sein, mit einer Belichtungszeit von 20 Minuten. Eine solche Daguerreotypie wurde 1876 im Kensington-Museum zu London gezeigt. Den ersten Hinweis

Digitized by Google

auf die Vergrößerungsmöglichkeit kleiner Aufnahmen gab John William Draper (1811 bis 1882) in New York im Jahre 1840.

Abb. 8. Sein Zelt, aufgeschlagen

Kombinationsbilder, Photomontagen und ähnliches wurden schon vor 1850 hergestellt, indem man Gruppenbilder durch Aufkleben talbotypierter Köpfe auf gemalten Bildgrund schuf. Henry Peach

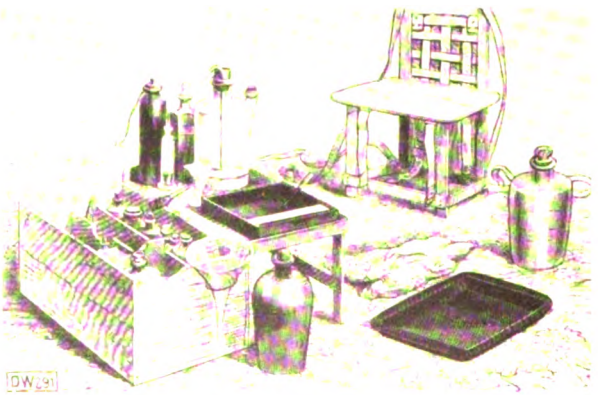


Abb. 9. Seine chemischen Behelfe

Robinson (1830 bis 1901), ein bekannter Kunstphotograph in London, setzte um das Jahr 1860 in Landschaftsbilder Personenbilder ein.

Digitized by Google

Kompositionsporträts oder Durchschnittsbilder entstehen durch Aufeinanderphotographieren oder -kopieren mehrerer gleichartiger und gleichgroßer Köpfe einer Menschenrasse oder Menschenart; solche Bilder sollen die typischen Rassen- oder Artmerkmale zeigen. Der englische Anthropologe Francis Galton (1822 bis 1911) stellte im Jahre 1878 solche Bilder her.

Stereophotographie. Der stereoskopische Betrachtungsapparat war schon vor Erfindung der Photographie bekannt und diente zum plastischen Sehen gezeichneter Vorlagen. Der Physiker Ludwig Moser (1805 bis 1880) in Königsberg stellte 1841 oder sogar schon früher Versuche

Abb. 10. Photograph bei der Aufnahme um 1860 (Deutsches Museum, München)

mit stereoskopischen Daguerreotypien an; er machte 1841 genaue Angaben, wie man die Teilbilder durch Verschieben einer Kamera erhält. Die erste Kamera mit zwei Objektiven beschrieb David Brewster (1781 bis 1868) in Edinburgh im Jahre 1844. Um 1850 wurden in Paris und dann auch in anderen Städten stereoskopische Daguerreotypien bester Ausführung hergestellt, die meisterhaft mit Staubfarben koloriert wurden; es finden sich Aufnahmen von Statuen, schönen Frauen, auch als Akte, „Akademien" genannt, Bilder erotisch-pornographischen Charakters und gelegentlich auch Landschaften. Bereits 1853 erhielt I. F. Mascher in Philadelphia ein amerikanisches Patent auf eine einfache Anordnung, Stereobildnisse in einem ein zusammenklappbares Stereoskop bildenden Kästchen einzubetten. Der Physiker Heinrich Wilhelm Dove (1803 bis 1879) in Berlin wies im Jahre 1853 auf die stereoskopische Unterscheidungsmöglichkeit von Drucken und Nachdrucken hin. Die weiteste Verbreitung fanden die Stereo-

Digitized by Google

skopbilder um 1860, als von Kollodiumnegativen billige Papierkopien hergestellt werden konnten.

Photoplastik. Die Photoplastographie zur Erzeugung von Reliefdarstellungen geht auf die von der Belichtung abhängigen Quellungsunterschiede von Gelatineschichten zurück, was Talbot bereits im Jahre 1852 angab. Der französische Bildhauer François Willème (1830 bis 1905) erhielt im Jahre 1860 ein französisches Patent auf ein photoplastisches Verfahren, nach welchem von dem Aufzunehmenden gleichzeitig 24 Aufnahmen mit kreisförmig um ihn angeordneten Kammern gemacht wurden; mittels eines Pantographen wurden die Bilder nach und nach auf weiche Tonmasse übertragen; das Verfahren lieferte freistehende Tonmodelle.

Photographische Buchillustration. Das Metallplattenbild eignete sich nicht zur Aufbewahrung in Alben oder zur Verwendung in Büchern; erst die Talbotypie erzeugte photographisch illustrierte Bücher: „The pencil of nature" mit 24 Bildern im Jahre 1844, und „Sun pictures in Scotland" mit 23 Bildern im Jahre 1845, beide aus Talbots Werkstätte, der besonders darauf hinweist, daß „die Bilder allein durch Lichtwirkung gedruckt sind unter Ausschluß irgendwelcher Hilfe mittels eines Malerpinsels". In dem früheren der beiden Werke, wie auch in einem Geschenkalbum von 1844 an Alexander v. Humboldt (Sammlung Stenger) befinden sich Aufnahmen der Pariser Boulevards von 1843 mit ziemlich scharf wiedergegebenen Droschkenstandplätzen. Talbot bemerkt zu den Bildern, daß er bei Sonnenschein in ein bis zwei Sekunden kleine Porträts aufnehmen könne. — Blanquart-Evrard in Lille gab mittels der durch ihn verbesserten Talbotypie im Jahre 1851 das „Album photographique de l'artiste et de l'amateur" heraus, dessen Bilder heute noch als vorzüglich angesprochen werden können; im Jahre 1852 folgte ein ähnliches Reisewerk über Ägypten, Nubien, Palästina und Syrien von Maxime du Camp, das nur in 20 Exemplaren hergestellt worden sein soll. Ein herrliches Werk aus dem Jahre 1855 über Jerusalem verdanken wir dem Elsässer August Salzmann (gest. 1872); auch hierzu lieferte Blanquart-Evrard die Kopien. Im Jahre 1859 stellte der französische Forschungsreisende Desire Charnay (1828 bis 1915) in Mexiko hervorragende Talbotypien der Negativgröße 35 : 45 cm „Album photographico Mexicano" unter den schwierigsten Verhältnissen her; diese Beispiele aus jener Zeit lassen sich leicht vermehren. Um 1860 war in Europa die photographische Buchillustration und die Ausgabe photographischer Mappenwerke, jetzt die Bilder auf glänzendem Albuminpapier, schon ganz allgemein geworden und flaute erst ab, als der Lichtdruck, seit 1873, photographiegleiche Bilder in Massenauflagen und guter Haltbarkeit schuf.

Photomechanische Verfahren. Es war eine unausbleibliche Folge der Erfindung der Lichtbildnerei, daß sich der Illustrationsdruck im

Digitized by Google

Laufe der Jahre fast völlig auf photographische Grundlage gestellt hat. Daguerreotypplatten wurden von Professor Josef Berres (1796 bis 1844) in Wien im April 1840 und wenige Wochen später von Alfred Donné (1801 bis 1878) in Paris vertieft geätzt und gedruckt. s. S. 20. Die erste galvanoplastische Abformung von Daguerreotypplatten versuchte Fizeau in Paris 1841, im gleichen Jahre William Robert Grove (1811 bis 1896) in London eine Ätzung auf galvanischem Wege; er schreibt, dieser Ausspruch hatte für die Zukunft ganz allgemeine Bedeutung: „Statt auf eine Druckplatte zu setzen: Gezeichnet von A . . . und graviert von B . . ., wird es künftig heißen müssen: gezeichnet von Licht, graviert von Elektrizität."

Die seither durch manuelle Künste erhaltene Tiefdruckplatte wurde in der Folgezeit ersetzt durch die galvanische Abformung eines durch Photographie erzeugten Reliefs nach den im Jahre 1840 angestellten grundlegenden Versuchen des Münchener Mineralogieprofessors Franz von Kobell (1803 bis 1875) oder durch Ätzung von Metallplatten, die auf dem Wege photographischer Kopierung mit einer bildmäßig verteilten undurchlässigen Schicht bedeckt sind. Niepce de Saint Victor um 1853 und Talbot seit 1858 arbeiteten bahnbrechend in diesen Verfahren.

Die Herstellung von Flachdruckplatten beschäftigte bereits Nicéphore Niépce, der ursprünglich zu seinen Versuchen durch Senefelders Lithographie angeregt worden war. Die ersten Photolithographien schufen im Jahre 1852 die Pariser Lemercier (Lithograph), Lerebours (Optiker), Barreswil und Davanne (Chemiker und Photographen). Der von Glasplatten gewonnene Lichtdruck wurde durch den Münchener Photographen Joseph Albert (1825 bis 1886) im Jahre 1873 lebensfähig.

Die für den gesamten Illustrationsdruck wichtigste Hochdruckplatte, da gemeinsam mit Letternsatz druckbar, ist Arbeitsgebiet vieler Forscher und Praktiker gewesen. Um Einführung und Vervollkommnung der Zinko- und Photozinkotypie hat sich vor allem Carl Angerer (1838 bis 1916) in Wien große Verdienste erworben, seit 1865. Die netzartige Zerlegung von Halbtonbildern hatte bereits Talbot im Jahre 1852 vorgeschlagen. Als Begründer und Förderer der Bildaufschließung durch Glasraster und der modernen autotypischen Druckplatte seien an dieser Stelle nur genannt Georg Meisenbach (1841 bis 1912) in München, Frederik E. Ives (geb. 1856) und Max Levy (1857 bis 1926) in Philadelphia.

Photokeramik, das Einbrennen photographischer Bilder auf keramische Erzeugnisse, geht auf Versuche des Pariser Photographen Lafon de Camarsac im Jahre 1855 zurück.

Militärische Photographie. Die ersten Schlachtfeldphotographen waren wohl Roger Fenton, dessen Aufnahmen aus dem

Digitized by Google

Krimkriege 1855 in zwei Alben mit 159 Bildern herausgegeben wurden, und der New Yorker Photograph Brady, der am 17. September 1862 „Schreckensbilder" auf dem Schlachtfelde am Antietam herstellte. Die erste photographische Schule zu militärischen Zwecken wurde in England im Jahre 1856 eingerichtet, s. S. 35. Der französische Kriegsminister befahl im Jahre 1860, in jedem Korps einen Offizier zu ernennen zwecks photographischer Ausbildung, welche im Jahre 1861 dem Pariser Photographen André Adolphe Eugène Disdéri (geb. 1819) übertragen wurde. Im Jahre 1871 wurde an der Ecole militaire zu Paris die Photographie als Unterrichtsfach eingeführt. Dagrons Photomikrographien, s. S. 30, wurden im französisch-deutschen Kriege zur Nachrichtenübermittlung verwendet.

Fliegende Geschosse wurden im Jahre 1866 im Arsenal zu Woolwich photographiert. Ernst Mach (1838 bis 1916) in Berlin erzielte 1884 völlig scharfe Bilder, als er den elektrischen Funken als Lichtquelle von nur 0,000002 Sekunden Dauer einführte.

Photogrammetrie. Auf die Möglichkeit der photographischen Landkartenherstellung hatten Arago und Louis Joseph Gay-Lussac (1778 bis 1850) bereits 1839 hingewiesen. Aimé Laussedat (1819 bis 1907) in Paris begründete 1851 die photographische Bildmeßkunst und baute den ersten photogrammetrischen Apparat 1859, gleichzeitig bewies er die Verwendungsmöglichkeit der Photographie zur Herstellung von Landkarten und militärischen Plänen.

Panoramen-Aufnahmen. Friedrich v. Martens in Paris baute im Juni 1845 ein „Daguerreotyp für Umsichtsbilder", in welchem die Aufnahmen auf gebogenen Daguerreotypplatten hergestellt wurden.

Ballon- und Flugzeugphotographie. In der „Daguerreotypomanie" Maurissets wird bereits im Jahre 1840 die Photographie aus dem Freiballon geahnt, s. Abb. 2. Der französische Maler und Photograph Gaspard Felix Tournachon (1820 bis 1910), genannt Nadar, machte im Jahre 1858 die erste photographische Ballonfahrt. Karl Günthner in Wien schlug 1862 vor, kleine unbemannte Fesselballons mit Photokammern aufsteigen zu lassen und die Aufnahme mittels eines elektrischen Drahtes auszulösen. Im gleichen Jahre bewährte sich im Amerikanischen Bürgerkrieg die photographische Erkundung vom Fesselballon aus. Es sei auch erwähnt, daß Freiballons des Namens „Le Daguerre" und „Le Niepce" am 12. November 1870 im belagerten Paris aufgelassen worden sind; „Daguerre" mit zahlreichen Postsäcken fiel in die Hände der Preußen; „Niépce" mit dem Photographen Dagron an Bord landete ebenfalls bei den Deutschen, jedoch gelang es den Insassen, sich selbst und einen Teil ihres Gepäcks in Sicherheit zu bringen.

Flugzeug und lenkbares Luftschiff wurden im Weltkriege der photographischen Geländeerkundung dienstbar gemacht. Die Photographie mittels

Digitized by Google

unbemannter Drachen wurde 1887 durch A. Batut versucht und 1904 durch den Russen R. Thiele ausgearbeitet, diejenige mittels eines Raketenapparates 1906 durch den deutschen Ingenieur Maul durchgeführt, nachdem sie bereits 1888 von dem Franzosen Denisse vorgeschlagen worden war. Durch Brieftauben ließ Julius Neubronner in Cronberg im Jahre 1908 Geländeaufnahmen machen.

Photographie bei künstlichem Licht. Unzählige Versuche mit untauglichen oder wenig geeigneten Lichtquellen, Kerzen, Öllampen, Leuchtgas, Weißfeuer, „Oxyhydrogen"-Kalklicht, sind in der Frühzeit beschrieben worden. Nur elektrisches Licht und brennendes Magnesium haben sich im Laufe der Jahre bewährt.

Bereits 1840 hatte Silliman in Nordamerika mit einer elektrischen Säule aus 900 Plattenpaaren gearbeitet. Von Berres in Wien und Claudet in Paris sind um die gleiche Zeit ähnliche Einrichtungen erprobt worden. Rudolph Christian Boettger (1806 bis 1881) in Frankfurt am Main brauchte am 19. November 1843 eine Belichtungszeit von drei Minuten, als er mittels einer Bunsenschen Batterie von 35 Elementen Kohlenspitzen zum Glühen brachte. Im Jahre 1858 waren der Chemiker A. Schröder und der Photograph C. Schaufuß in Leipzig noch keinen Schritt weitergekommen; denn mit 41 Bunsenelementen waren zwei Minuten Belichtungszeit nötig. Selbstverständlich verwendete man Reflektoren hinter der Lichtquelle. Um jene Zeit wurden zahlreiche Lampenmodelle gebaut; eine rationelle Verwendungsmöglichkeit des elektrischen Lichtes wurde erst durch die Stromerzeugung mittels der Dynamomaschine gegeben. Eine Konstruktion dieser Art scheint 1866 Wildes elektromagnetischer Lichtapparat in Manchester gewesen zu sein, der mit einer einpferdigen Dampfmaschine in Betrieb gesetzt wurde, in einem für die Photographen bestimmten Modell „1500 Taler kostete und eine Bedienung von nur zwei Mann beanspruchte". Vanderweyde in London soll im Jahr 1878 das erste Kunstlichtatelier eröffnet und von Mittag bis Mitternacht porträtiert haben.

Auf die aktinische Wirksamkeit des brennenden Magnesiums hatte bereits Robert Bunsen (1811 bis 1899) im Jahr 1859 hingewiesen, und das anfangs sehr teure Material wurde bald so billig, daß es als photographisches Kunstlicht allgemeine Verwendung finden konnte. Es entstanden unzählige Lampenkonstruktionen. Etwa 1864 wurde an verschiedenen Orten das Magnesiumlicht zu Porträtzwecken verwendet, so von H. W. Vogel am 1. Juli 1864 im Photographischen Verein zu Berlin, und es war das Ziel der folgenden Jahre, diesen Lichtspender in leicht brauchbare und gut abmeßbare Form zu bringen. Magnesiumband und -draht wurden in Uhrwerklampen verbrannt; aus feinkörnigem Magnesium schuf John Traill Taylor (1827 bis 1895) im Januar 1883 den durch Sauerstoffzufuhr schnell verbrennenden Magnesiumzündsatz; Miethe und

Digitized by Google

Johannes Gaedicke (1835 bis 1916) gaben im Jahre 1887 das augenblicklich verbrennende Magnesiumblitzlicht an, das schon ähnliche Vorgänger hatte; das Magnesiumzeitlicht wurde durch York Schwartz im Jahre 1897 eingeführt.

Photographische Registrierung des Standes meteorologischer Instrumente führte T. B. Jordan in England bereits im Jahre 1838 mittels lichtempfindlichen Papiers aus; ihm folgte der Franzose Hubert im Juni 1840.

Photo-Automaten. Ein photographischer Porträt-Automat, welcher nach Einwurf eines Geldstückes Belichtung, Entwicklung, Fixierung, Wässerung, Trocknung und Auslieferung des Bildes ausführte, wurde 1889 von Enjalbert in Paris gebaut. Die Folgezeit brachte zahlreiche ähnliche Apparate, von welchen „Bosco", nach einem berühmten Taschenspieler benannt, in Deutschland seit 1894 vielerorts anzutreffen war. Der „Photomaton"-Automat des Russen Anatol Josepho, seit 1926, in New York ist eine Neukonstruktion des alten Prinzips, sich der neuzeitlichen, verbesserten Hilfsmittel bedienend und die auf hochempfindlichem Entwicklungspapier erzeugten Negative auf chemischem Wege in positive Bilder umkehrend. Alle diese Apparate bedurften ständiger fachkundiger Überwachung.

Paß-Photographie. Das heute allgemein übliche photographische Paßbild soll zum ersten Mal im Jahre 1865 auf den Dauerkarten der Photographischen Ausstellung in Berlin verwendet worden sein, nachdem seine Einführung 1864 von Karl Theodor Odebrecht (1802 bis 1866) angeregt worden war.

Verbrecher-Photographie. Im Jahre 1854 ließ der Untersuchungsrichter in Lausanne einen Dieb photographieren, dessen Persönlichkeit nicht festgestellt werden konnte. Die Anregung, Tatortaufnahmen als Beweismittel herzustellen, wurde im Jahre 1859 gegeben. Im Jahre 1860 wurden die Personalien eines Verbrechers durch Verbreitung von Photographien ermittelt. Ein Steckbrief mit photographischem Bilde hatte im Jahre 1861 Erfolg. Verbrecheralben gibt es in den Landeshauptstädten etwa seit gleicher Zeit; in Danzig bestand das Album bereits 1864, in Moskau wurde es 1867 eingerichtet; das Berliner Album enthielt 1880 im ganzen 2135 Lichtbilder (1881: 2715). Chicago richtete im Jahre 1885 ein photographisches Atelier und Laboratorium für die Polizei und den Gerichtsdienst ein.

Photographische Schrittentzifferung. Die Daguerreotypie wendete der Deutsche Dr. Dressel in Rom schon im Jahre 1845 zum Ersatz des Abschreibens schwer lesbarer alter Handschriften an und erwähnte die Originaltreue des Bildes. Ausgebliebene und völlig unleserlich

Digitized by Google

gewordene Manuskriptseiten machte die Bibliothek zu Brüssel im Jahre 1863 durch photographische Aufnahme wieder sichtbar. Die photographische Lesbarmachung zerstörter und neuüberschriebener Schriften, Palimpseste, gelang zuerst den Berliner Forschern Otto Gradenwitz (geb. 1860) und Ernst Pringsheim (1859 bis 1917) im Jahre 1894. Gladstone stellte 1859 fest, daß eine dem Auge unsichtbare Schrift aus z. B. Chininsulfat in wenigen Sekunden auf einer Kollodiumschicht ein Bild liefert. Zum Nachweis von Schriftfälschungen bediente man sich direkter oder vergrößerter Aufnahmen schon 1869 oder früher, später auf farbenempfindlichen Schichten unter Vorschaltung geeigneter Lichtfilter.

Mikrophotographie. Humpry Davy (1778 bis 1829) bildete 1801 auf Wedgwoods lichtempfindlichem Papier Gegenstände ab, welche durch das Sonnenmikroskop vergrößert worden waren, worauf Arago am 3. Juli 1839 hinwies. Auch Joseph B. Reade (1801 bis 1870) arbeitete in ähnlicher Weise. Die Münchener Forscher Steinheil und Kobell waren auf eigenen Wegen im März 1839 zu solchen Bildern gelangt. Im Anfang des Jahres 1839 wurde berichtet, daß man bei Daguerre mikroskopisch vergrößerte und so, d. h. auf seiner lichtempfindlichen Metallplatte, fixierte Insekten sehen könne. Talbot meldete etwa gleichzeitig, daß er auf seinem lichtempfindlichen Papier schon im Jahre 1836 Objekte in 17facher linearer Vergrößerung abgebildet habe. Bereits am 29. November 1839 legten Heinrich Robert Goeppert (1800 bis 1884) und Gebauer in Breslau Mikrobilder auf Daguerreotypplatten vor, welche bei Knallgaslicht in 15 bis 20 Minuten erhalten worden waren. Andreas von Ettingshausen (1796 bis 1878) hatte in Wien gemeinsam mit Berres gleichartige Versuche gemacht und war am 5. April 1840 im Besitze von Mikroaufnahmen. Inzwischen hatte in Paris Donné im Februar 1840 der Akademie mehrere Bilder vorgelegt, die er in dem vom Optiker Soleil gebauten „Mikroskop-Daguerreotyp" erhalten hatte; einen Monat später konnte auch der Optiker Chevalier solche Mikroaufnahmen vorweisen. Im gleichen Jahre sind John Benjamin Dancer und im folgenden Richard Hodgson, beide in London, als Verfertiger guter Mikro-Daguerreotypien zu nennen. Im Jahre 1844 gab Donné einen Atlas der mikroskopischen Anatomie heraus mit Zeichnungen nach Original-Daguerreotypien.

Erst das Kollodiumverfahren half durch seine Glasnegative diesem photographischen Forschungsgebiet entscheidend weiter, besonders als der Arzt Joseph Gerlach (1820 bis 1896) in Erlangen im Jahre 1863 sein Buch „Die Photographie als Hülfsmittel mikroskopischer Forschung" mit guten Bildbeilagen herausgegeben hatte.

Photomikrographie. Die stark verkleinerte Bildaufnahme mit kurzbrennweitigen Objektiven auf Kollodiumschichten wurde zuerst im Jahre 1858 von einem Photographen in Manchester versucht. Solche

Digitized by Google

Photomikrographien, die 1860 vom Optiker Nachet in Paris vorzüglich ausgeführt wurden, mußten mit Hilfe einer stark vergrößernden Lupe betrachtet werden. Der Pariser Photograph Dagron kam im gleichen Jahre auf den Gedanken, diese nur wenige Quadratmillimeter großen Bildchen in feste Verbindung mit einem billigen Vergrößerungsglas zu bringen, und schuf so ein photographisches Spielzeug, das durch die ganze Welt ging, heute noch gelegentlich in Andenkengegenstände eingearbeitet wird und einen schönen Beweis für die Feinkörnigkeit der Kollodiumschichten bildet. Solche mikroskopisch kleinen Bildchen in Verbindung mit einer stark vergrößernden Lupe werden „Stanhopes" genannt nach dem 1816 gestorbenen englischen Gelehrten Charles von Stanhope, der eine entsprechende Lupe angegeben hatte. Zu besonderer Bedeutung gelangten solche Bildverkleinerungen während der Belagerung von Paris; Dagron stellte auf einer Fläche von 4 bis 6 cm² das Bild von 3- bis 4000 Depeschen her, zog die Bildhaut vom Glase ab und verpackte achtzehn solcher Häute, im Gesamtgewicht von etwa 1 gr, ungefähr 60 000 Mitteilungen enthaltend, in einer Federspule, deren Weiterbeförderung eine Brieftaube besorgte. Dagron richtete einen förmlichen Postdient auf diese Weise ein.

Fernphotographie. Ignazio Porro (1801 bis 1875) hatte 1851 zu astronomischen Zwecken ein Objektiv mit einer Äquivalentbrennweite von 8,6 m konstruiert, das er im folgenden Jahre zu terrestrischen Fernaufnahmen verwendete. Im Jahre 1873 machte John Traill Taylor mit einfachsten Hilfsmitteln Fernaufnahmen. Das von Porro verwendete Objektivprinzip wurde neu erfunden von Steinheil 1890, Thomas Rudolph Dallmeyer in London, Louis-Jules Duboscq (1817 bis 1886) in Paris und Miethe 1891.

Astrophotographie. Versuche Daguerres bewiesen bereits in der ersten Hälfte des Jahres 1839 die deutliche Einwirkung des Mondlichtes auf die Silberplatten. Draper soll im Jahre 1840 in New York die ersten scharfen Mondaufnahmen gemacht haben. Als erster erfolgreicher Mondphotograph wird 1841 auch der Astronom William C. Bond (1789 bis 1859) in Cambridge, Massachusetts, genannt. Auf Anregung Aragos sollen die ersten Sonnenbilder auf Daguerreotyp-Platten von Fizeau und Jean Bernard Léon Foucault (1819 bis 1868) am 2. April 1845 aufgenommen worden sein. Die ersten Aufnahmen einer Sonnenfinsternis machten die Astronomen Berkowsky in Königsberg, Porro in Paris, Angelo Secchi (1818 bis 1878) in Rom und andere am 28. Juli 1851. Lewis Ruthertord (geb. 1816) stellte im Frühjahr 1858 mit Erfolg zwei Mondaufnahmen zur stereoskopischen Betrachtung zusammen. Im Jahre 1885 begann die Pariser Sternwarte mit dem Anlegen eines Stern-Atlasses; die erste Aufnahme, der 11 000ste Teil des Himmelsgewölbes, registrierte 2790 Sterne 5. bis 14. Größe.

Digitized by Google

Farbenphotographie. Das Problem, naturfarbige Lichtbilder zu erzeugen, ist so alt wie die Photographie selbst; Daguerres Bilder hatten nur in der einen Richtung enttäuscht, daß sie einfarbig waren. Die Geschichte der Farbenphotographie spielt sich pausenlos in engster Verbindung mit der Schwarzweißphotographie ab.

Direkte Farbenphotographie. Die unmittelbare Färbung lichtempfindlicher Chlorsilberschichten hatten schon Senebier 1782, Johann Thomas Seebeck (1770 bis 1831) im Jahre 1810, Herschel 1840, Alexandre Edmond Becquerel (1820 bis 1891) im Jahre 1847 u. f. J., Niepce de Saint Victor 1851 u. f. J. beobachtet. Die Entstehung der Farben erklärte Wilhelm Zenker (1829 bis 1899) in Berlin im Jahre 1868 durch Interferenz des Lichtes an feinen Silberlamellen und Otto Wiener (1862 bis 1927) im Jahre 1895 durch Bildung von Körperfarben auf dem Wege der Anpassung. Es schuf im Jahre 1891 Gabriel Lippmann (1845 bis 1921) in Paris die „Interferenz-Farbenphotographie", und zahlreiche Forscher beschäftigten sich mit dem auf Anpassung beruhenden „Ausbleichverfahren". Lippmanns Verfahren lieferte herrliche Bilder, krankte jedoch an der schwierigen Ausführbarkeit; das Ausbleichverfahren ist noch nicht zu einer befriedigenden Ausführungsform gelangt. Für die photographische Praxis hat sich seither allein bewährt die

Indirekte Farbenphotographie. Sie beruht auf der Tatsache (Isaac Newton, 1643 bis 1727), daß sich alle Farben durch entsprechende Mischung dreier Grundfarben erzeugen lassen. In der „Dreifarbenphotographie" besteht die „additive" Bildsynthese in der Mischung von Farbstrahlen zu „Weiß", die „subtraktive" in der Mischung von Körperfarben zu „Schwarz" als Summe der Mischungskomponenten. Die Dreifarbenphotographie wurde vorbereitet durch J. Clerk Maxwell (1831 bis 1879) im Jahre 1855, Louis Ducos du Hauron (1837 bis 1920) und Charles Cros im Jahre 1868; praktisch ausführbar wurde sie erst auf Grund der von Vogel 1873 gefundenen Sensibilisierungsmöglichkeit des Bromsilbers und durch die von Miethe, s. S. 16, gefundenen Orangesensibilisatoren, 1903, dem die additive Dreifarbenprojektion die größte Förderung verdankt. Die von ihm und anderen verbesserte subtraktive Synthese wirkt sich hauptsächlich im Dreifarbendruck, weniger in den rein photographischen Dreifarbenkopierverfahren aus. Die additive Farbrasterplatte stellt die Vereinigung der drei Teilfarbenbilder durch Nebeneinanderlagerung mikroskopisch kleiner Farbenfilter in einer Plattenschicht dar. Nachdem Ducos du Hauron auf diese Möglichkeit bereits im Jahre 1869 hingewiesen hatte, kam als erste brauchbare Farbrasterplatte die „Autochrom"-Platte der Brüder Lumière im Jahre 1904 in den Handel. Die bei Farbrasterplatten (und anderen Verfahren) gebräuchliche Bildumkehrung der negativen Aufnahme zum positiven Bilde wurde im Jahre 1862 von Russell zuerst ausgeführt.

Digitized by Google

Kinematographie. Reihenbilder mit geringen Bewegungsunterschieden zu einem lebenden Bilde zu vereinigen und Bewegung vorzutäuschen, gelang zuerst Joseph Antoine Ferdinand Plateau (1801 bis 1883) im Jahre 1829 zu Brüssel. Zahlreiche Versuche und Konstruktionen klärten in der Folgezeit die optischen Bedingungen, und die ursprünglich gezeichneten Bilder konnten durch photographierte ersetzt werden, sobald die Lichtbildnerei in der Lage war, kurze Momentaufnahmen in schneller Folge anzufertigen. Dies war erst möglich nach Erfindung der hochempfindlichen Bromsilber-Gelatineemulsion und nach Einführung des Films als Schichtträger, s. S. 15. Die konstruktiven Schwierigkeiten des Aufnahme- und Vorführungsapparates wurden erstmalig befriedigend gelöst von den Brüdern Lumière in Lyon im Jahre 1895, nachdem zwei Jahre vorher Thomas Alva Edison (geb. 1847) einen weniger vollkommenen Apparat gebaut hatte, in welchem zum erstenmal an den Rändern durchlochte Filme verwendet worden waren. Der Berliner Photograph Max Skladanowsky (geb. 1863) führte am 1. November 1895 im Berliner „Wintergarten" zum erstenmal öffentlich mit Hilfe seines selbstgebauten „Bioskops" kleine Spielfilme vor, die er in einem Aufnahmeapparat eigener Konstruktion hergestellt hatte.

Photographische Lautaufzeichnung. Akustische Schwingungen können in Lichtwerte, deren Helligkeit von der Tonstärke abhängt, umgewandelt und als Helligkeitswerte photographisch registriert werden, und umgekehrt lassen sich solche photographische Aufzeichnungen wieder in Töne und Geräusche verwandeln. Ernst Ruhmer (1878 bis 1913) in Berlin konstruierte im Jahre 1901 das „Photographophon"; der Tonfilm bedient sich in mehreren Verfahren der photographischen Lautregistrierung. Cervenka in Prag versuchte nicht als einziger im Jahre 1902 mittels seines „Photophonographen" auf photographischem Wege Grammophonplatten herzustellen.

Anthropologische Aufnahmen. Auf Anregung von Arago und P. M. T. Serres (geb. 1793) machte Thiesson Daguerreotypien der Botokuden im Jahre 1844; im folgenden Jahre konnte Serres bereits in der französischen Akademie der Wissenschaften über vergleichende Anthropologie an Hand von Daguerreotypien sprechen und die Gründung einer photographisch-ethnographischen Sammlung anregen, s. S. 23, Kompositionsporträts.

Medizinische Photographie. Seit Erfindung der Lichtbildnerei haben sich alle Zweige der Medizin der photographischen Aufnahme bedient, sei es zur Darstellung interessanter Krankheitsfälle oder anatomischer Präparate, sei es zu Forschungs- und Untersuchungszwecken. Den ersten Versuch, innere Organe des Menschen zu photographieren, machte Johann Nepomuk Czermak (1828 bis 1873), der im

Digitized by Google

Jahre 1860 den Kehlkopf aufnahm. Die Photographie des Augenhintergrundes wurde 1862 von dem Amerikaner Henry D. Noyes versucht. Von lichtdicht abgeschlossenen Körperhöhlen wurde als erste die Harnblase, 1894, photographiert, Speiseröhre und Mageneingang folgten 1896/97. Ioaquin I. Stutzin in Berlin gelang 1929 die kinematographische Aufnahme der Harnblase des lebenden Menschen. Naturfarbige oder naturfarbenähnliche Kinoaufnahmen von Operationen dienen zu Lehrzwecken. Kinematographische Bewegungsstudien wurden in der Nachkriegszeit auf Prothesenträger ausgedehnt.

Röntgen-Photographie. Der Physiker Wilhelm Konrad Röntgen (1845 bis 1923) entdeckte im Jahre 1895 die nach ihm benannten Strahlen starken Durchdringungsvermögens, welche auf die photographische Schicht wie Lichtstrahlen einwirken und auf diese Weise Einblick in den ungeöffneten lebenden Körper gestatten, aber auch zur Untersuchung und Prüfung lebloser Stoffe mit Erfolg verwendet werden.

Röntgenkinematographische Versuche sind mit bescheidenem Erfolg zuerst im Jahr 1897 von Roux und Balthazard angestellt worden; Aufnahmen von kleinen Tieren gelangen I. Carvallo in den Jahren 1903 bis 1904. Franz Groedel (geb. 1881) versuchte 1911 als erster die Röntgenkinematographie des Menschen, die 1929 durch das Verfahren von Victor Gottheiner (geb. 1899) und Kurt Jacobsohn (geb. 1906) in Berlin als gelöst angesehen werden kann.

Zauberphotographien. Bereits Herschel hatte im Februar 1840 darauf hingewiesen, daß man photographische Bilder mittels einer Sublimatlösung ausbleichen und mittels unterschwefligsaurer Salze wieder sichtbar machen könne. Der Berliner Photograph Eduard Grüne (geb. 1843) nutzte im Jahre 1866 diese auch von ihm beobachtete Erscheinung zur Herstellung photographischer Spielereien, der „Zauberphotographien", aus, die auch noch viel später, meist zu Reklamezwecken, auftauchten.

Spiritistische Photographie. Das Photographieren unsichtbarer Ausstrahlungen versuchte Karl v. Reichenbach (1788 bis 1869) in Berlin im Jahre 1862 zum Nachweis des „Odlichtes". Im Jahre 1869 machten die Geisterphotographien Mumlers in Boston viel Aufsehen; eine Verhaftung des Photographen und eine peinliche Untersuchung der Angelegenheit brachten keine Klärung über die Entstehungsweise der photographischen Doppelbilder. Auch in der Folgezeit blieben Photographien von Geistererscheinungen und Materialisationen umstritten, wie auch die Photographie der „Lebensflamme" des sterbenden Körpers oder die von dem französischen Major Darget verteidigte „Gedankenphotographie", 1907. Albert von Schrenck-Notzing (1862 bis 1929) kontrollierte die teleplastischen Phänomene (Materialisationserscheinungen) seit Mai 1909 auf photographischem Wege, indem er bis zu 9 Apparate,

Digitized by Google

auch stereoskopische, halbkreisförmig um das Medium aufstellte. Friedrich Kallenberg glaubte sogar ausströmende Kräfte photographischer Bildnisse mittels des „siderischen Pendels" nachweisen zu können, 1913.

Photographie als Gewerbe. Durch die Erfindung der Photographie war ein neuer Beruf geschaffen, zu welchem sich Männer aus allen Schichten, Handwerker und Wissenschaftler, vor allem Künstler, drängten. Sobald die Herstellung von Porträts bei kurzer Belichtungszeit möglich war, begann eine goldene Zeit für die Photographen. Zwei Londoner Ateliers hatten im Jahre 1841 Tageseinnahmen von 1500 Franken; im gleichen Jahre stellten Gaudin und Lerebours in Paris mehr als 1500 Bildnisse her. Im Jahre 1846 wurden in Paris 2000 Aufnahmeapparate und 500 000 Silberplatten verkauft. Im Jahre 1849 gaben einzelne Photographen als Porträtzahl 2000 bis 3000 an, und man schätzte die Pariser Jahresleistung auf 100 000 Bildnisse. Das „Visit"-Format wurde im Jahre 1854 dem Pariser Photographen Disdéri patentiert und brachte den Lichtbildnern einen solchen Zulauf, daß man nur nach Vormerkung und mehrwöchentlicher Wartezeit photographiert werden konnte. Die Visitbilder wurden an Stelle von Besuchskarten verwendet.

Photographische Massenauflagen. Im Jahre 1851 fertigte der englische Photograph Bingham mit Hilfe des Kollodiumverfahrens auf Glas im Auftrage seiner Regierung in kurzer Frist 25 000 Papierphotographien französischer Industrieartikel in Paris, die wirtschaftliche Überlegenheit des neuen Negativverfahrens über die Daguerreotypie beweisend. A. S. Southworth in Boston erhielt im April 1855 ein Patent auf ein Gerät zur Schnellherstellung photographischer Massenauflagen: mit vier gemeinsam verschiebbaren Aufnahmeobjektiven wurden auf einer ausnutzbaren Plattenfläche von 11 × 14 Zoll 616 Negative von ¼ Quadratzoll Größe innerhalb fünf Minuten aufgenommen, in der Stunde zehn solcher Serien mit zusammen 6160 Negativen hergestellt. Zehn Kopierer konnten in einer Stunde je eine Platte 30mal kopieren, so daß nach einstündiger Kopierzeit 184 800 Kopien hergestellt waren. 4000 bis 12 000 Bilder in der Stunde sollte ein im Jahr 1861 von Charles Fontayne in Cincinnati angegebenes Kopiergerät auf Entwicklungspapier liefern. Die Massenherstellung solcher Papiere, zuerst durch die Kodak-Company in Rochester seit 1884, später auch durch die Neue Photographische Gesellschaft in Berlin Steglitz, führte zur Verwendung automatischer Kopiermaschinen und zur sogenannten „Kilometerphotographie" bei Verarbeitung photographischen Rollenpapiers bis zu 1000 m Länge.

Photographische Reklamebilder. Es wird berichtet, daß im Jahre 1861 eine Maschinenfabrik bei Köln und ein Maler und Vergolder in Trier ihre Erzeugnisse photographieren und zu Reklamezwecken in ein Musterbuch zusammenkleben ließen.

Digitized by Google

Verschiedenes

Das Wort „Photographie". Am 9. Mai 1816 schrieb Nicéphore Niépce an seinen Bruder, daß er sein Verfahren nicht mehr Heliographie, sondern „Photographie" nennen wolle, denn er sei nicht mehr vom Sonnenlicht abhängig. Das Wort „Film" bedeutet „Haut" und wird von dem angelsächsischen Wort „Felmen", das ist Haut auf abgekochter Milch, abgeleitet.

Die ersten Lehrbücher der Photographie waren die im Herbst 1839 in Paris erschienene Abhandlung Daguerres über sein Verfahren und ihre zahlreichen Übersetzungen und Bearbeitungen in anderen Kultursprachen, zumeist noch im Jahre 1839 ausgegeben. In den folgenden Jahren erschienen zahlreiche erweiterte und durch neue Ergebnisse ergänzte Anweisungen, Ratgeber und ähnliches, auch über die Talbotypie. Ein Repertorium der Photographie in zwei kleinen Bänden gab 1846 bzw. 1848 Anton Martin (1812 bis 1882), Custos an der Bibliothek des polytechnischen Instituts in Wien, heraus. In Frankreich, der Heimat der Lichtbildnerei, war die literarische Produktion größer als in Deutschland; viele lehrbuchartige Veröffentlichungen erschienen sogar mit Angabe des Ausgabemonats.

Die erste photographische Zeitschrift war das im Jahre 1847 in Boston gegründete Journal: „The Daguerreotypie". Im dritten Jahre stellte die Zeitschrift ihr Erscheinen ein. Die erste deutschsprachliche Zeitschrift war das „Photographische Journal" von Wilhelm Horn, Photograph, Maler u. k. k. techn. Beamter in Prag, das von Januar 1854 bis Juni 1865 bei Otto Spamer in Leipzig erschien.

Die erste private photographische Lehranstalt gründete Julius Schnauss (1827 bis 1895) in Jena am 1. Mai 1855, die erste militärische entstand in Chatam in England 1856, die erste öffentliche staatliche in Wien am 1. März 1888. Der erste Lehrstuhl für Photographie wurde 1865 an der Gewerbeakademie in Berlin eingerichtet, welche im Jahre 1879 in die Technische Hochschule überging; der erste Inhaber dieses Lehrstuhls war H. W. Vogel. In Chicago wurde im Januar 1881 eine photographische Hochschule errichtet, wohl kaum dem deutschen „Hochschul"-Begriff entsprechend. Die „Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie, Lichtdruck und Gravüre" zu München wurde im Jahre 1900 vom Süddeutschen Photographen-Verein mit staatlicher und städtischer Unterstützung gegründet.

Die erste photographische Ausstellung fand bereits im Jahre 1844 in Paris statt; ihr folgte im Jahre 1849 an gleicher Stelle die zweite. Auf der allgemeinen Weltausstellung in London 1851 gab es eine besondere Gruppe „Photographie". Die erste rein photographische Ausstellung in England wurde am 3. Januar 1854 in London eröffnet. In

Digitized by Google

Wien begann die erste Ausstellung am 17. Mai 1864, in Berlin am 21. Mai 1865.

Der erste internationale Kongreß für Photographie wurde gelegentlich der Weltausstellung vom 6. bis 17. August 1889 in Paris abgehalten.

Das erste photographische Preisausschreiben erließ im Jahre 1856 der Herzog von Luynes in Paris; das Thema lautete: „Herstellung unveränderlicher Drucke zu billigem Preise auf photographischem Wege"; Sieger wurde Poitevin mit seinen Photolithographien. Eine regelmäßig wiederkehrende Preisverteilung für photographische Leistungen führte die „Société d'Encouragement pour l'industrie nationale" ein; unter den Preisträgern des Jahres 1842 befanden sich Chevalier und Voigtländer für ihre Objektive, Gaudin für seine „Augenblicksaufnahmen", die Brüder Breton für Bilder auf Platten bis zu 1 m Höhe.

Der erste photographische Verein wurde am 20. Januar 1853 in London gegründet; aus ihm ging die Königliche Photographische Gesellschaft hervor. Die ersten deutschen Vereine entstanden in Wien im Jahre 1861, „Photographische Gesellschaft", und in Berlin am 20. November 1863, „Verein zur Förderung der Photographie" unter dem Vorsitz H. W. Vogels.

Retusche wurde bereits zur Verbesserung unscharfer Daguerreotyp-Porträts verwendet, indem man auf die Augen Lichtpunkte setzte; der Schweizer Maler und Daguerreotypist Isenring, s. S. 7, gab im Jahre 1841 den Augen Glanz, indem er die Silberschicht ritzte und das Kupfer bloßlegte; das gleiche Verfahren wurde auch angewendet, um Schmuckstücke glitzern zu lassen, besonders bei Stereoaufnahmen um 1850. Papiernegative und -positive retuschierte und übermalte man in ausgiebiger Weise; um 1850 deckte man in Talbotypie-Papiernegativen den Hintergrund völlig ab, so daß der Dargestellte im Positiv auf weißem Grund erschien; um 1855 war es Mode, bei Porträtpositiven den Hintergrund zu übermalen. Mit Einführung des glänzenden Albuminpapiers, auf welchem die Farben im Gegensatz zum Mattpapier nicht hafteten, trat die 1860 von Emil Rabending (1823 bis 1886) in Wien für Glasnegative eingeführte Retusche an Stelle der Nachhilfe auf den Kopien. Die Luftpinselretusche war bereits vor 1870 in Amerika im Gebrauch, scheint in Deutschland jedoch erst 1883 Fuß gefaßt zu haben.

Lichtfilter. Blaufilter wurden zum Schutze gegen die Sonnenwärme bei Porträtaufnahmen mit langer Belichtungszeit bereits im Jahre 1839 eingeführt. Der erste Vorschlag, Lichtfilter vor das Objektiv zu setzen, wurde von Bisson am 11. November 1844 in der Pariser Akademie der Wissenschaften gemacht; er verwendete ein grünes Filter und erreichte bei entsprechend verlängerter Belichtungszeit eine Bildverbesse-

Digitized by Google

rung im Sinne der Orthochromasie, indem er die zu Überlichtungen führende starke Wirkung der blauen und weißen Strahlen dämpfte und gleichzeitig „das Blätterwerk der Bäume mit großer Klarheit wiedergab". Die einwandfreie Verwendung eines Gelbfilters war erst auf Grund der Vogelschen Sensibilisierung (1873) möglich. Doch hatte bereits William Crookes (1832 bis 1919) Gelbfilteraufnahmen im Jahre 1858 gemacht. Rotfilteraufnahmen auf für Rot und Infrarot sensibilisierten Schichten geben Mondscheineffekte und bieten vor allem die Möglichkeit, Dunst und Nebel photographisch zu durchdringen; Robert Williams Wood (geb. 1868) hat 1910 wohl als erster darauf hingewiesen. Die Amerikaner G. Michaud und J. F. Tristan verwendeten 1915 rotempfindliche Schichten mit bestem Erfolg für Fernaufnahmen. Diese Erfahrungen wurden im Weltkriege bei Fliegeraufnahmen benutzt.

Belichtungsmesser. Der Pariser Optiker Jean-Baptiste François Soleil (1798 bis 1878) beschrieb am 25. Mai 1840 einen chemischen Belichtungsmesser, in welchem aus der Anlaufzeit feuchten Chlorsilbers die notwendige Belichtungszeit ermittelt wurde. A. Lipowitz in Posen maß im Jahre 1844 die Lichtstärke nach der Pupillengröße des menschlichen Auges mittels eines kleinen Spiegels, auf welchem zu Vergleichzwecken kleine kreisrunde Scheiben verschiedener Größe aufgeklebt waren; er schuf so den ersten optischen Belichtungszeitmesser. Auch die Beobachtung von Katzenpupillen wurde des öfteren empfohlen. Das erste Photometer mit Papierstufen gaben im Jahre 1856 Lanet de Limencey und Max François Louis Secretan (1804 bis 1867) an; es war für direkte Beobachtung bestimmt: man drehte die kreisförmig angeordneten Stufen bis zu einer solchen, die kein Licht mehr durchließ. Als früheste Belichtungstabelle fand ich eine kleine Zusammenstellung einiger Belichtungszahlen für die Monate April bis Oktober (die anderen fehlen, da ungeeignet für photographische Aufnahmen) und verschiedene Tageszeiten von C. F. Albinus aus dem Jahre 1844.

Sucher. Ursprünglich bediente man sich nur der Mattscheibe zum Einstellen des Bildes; um das kopfstehende Bild aufzurichten, setzte man hinter die Mattscheibe unter 45° Neigung einen Spiegel; diesen verlegte Sutton 1860 in die Kamera, so das erste Modell einer Spiegelreflexkamera schaffend. Im Jahre 1864 baute Disdéri eine Doppelkamera mit übereinstimmenden Objektiven, von welchen die obere nur Sucherzweck hatte. In der Folgezeit verzichtete man auf die teure und unhandliche Großausführung der Sucherkamera und nahm als billigen Ersatz eine kleine, mit kurzbrennweitiger Sammellinse ausgestattete, die dem Aufnahmeobjektiv benachbart angebracht und im Laufe der Zeit in unzähligen Ausführungen hergestellt wurde (Linsen-, Newton-, Brillantsucher). Rahmensucher, wie sie heute wieder allgemein im Gebrauch sind, wurden schon um 1880 verwendet.

Digitized by Google

Frühe Urteile über die Photographie

Der Schriftsteller Jules Janin (1804 bis 1874) in Paris gegen Ende des Jahres 1838:

„Nie hat die Zeichnung der größten Meister etwas Ähnliches hervorgebracht. Man bedenke, daß es die Sonne selbst ist, welche, als allmächtiges Agens einer ganz neuen Kunst eingeführt, jene unglaublichen Arbeiten hervorbringt. Das Wunder ereignet sich augenblicklich, schnell wie der Gedanke, rasch wie der Sonnenstrahl."

Der Maler Paul Delaroche (1797 bis 1856) in Paris im Frühjahr 1839:

„Die feine Ausführung der photographischen Bilder ist von einer jede Vorstellung übersteigenden Vollendung; die Korrektheit der Linien, die Präzision der Formen, ist in den Daguerreschen Bildern auf den höchsten Punkt getrieben."

Nicht alle Künstler urteilen so, man vergleiche auch Maurissets „Daguerreotypomanie", S. 6.

Der Astronom John Herschel im Frühjahr 1839 gelegentlich einer Pariser Reise:

„Hier sehen wir wahrhaftig Wunder."

Der Lithograph und Kunsthändler Louis Friedrich Sachse (1798 bis 1877), welcher die Daguerreotypie in Berlin eingeführt hat, am 30. Juli 1839:

„Die Schönheit dieser Bilder ist so erstaunlich, daß man sich jeder Beschreibung enthalten muß, um nicht für einen Exaltierten gehalten zu werden."

Derselbe am 26. September 1839:

„Man könnte den Verstand verlieren, wenn man ein von der Natur gewissermaßen selbstgeschaffenes Bild sieht."

Der Chemiker Friedrich Wöhler (1800 bis 1882) am 12. Oktober 1839:

„Dies ist in der That eine höchst merkwürdige Sache, viel merkwürdiger von ihrer wissenschaftlichen, als von ihrer praktischen Seite."

Der Verleger Heinrich Brockhaus (1804 bis 1874) am 16. Oktober 1839:

„Die Daguerreschen Bilder sind wahre Wunderwerke in ihrer Art, und die Erfindung ist gewiß eine der interessantesten, die jemals gemacht worden ist."

Dr. Alexander im Polytechnischen Verein zu München im November 1842:

„Da man Porträts in einer Sekunde zu erzeugen vermag, ist der parlamentarische Redner nicht mehr sicher, ob er nicht im Affekte seiner Rede abgebildet und so sein Bild eine Beilage zu seiner Rede wird. Der Stenograph nimmt ihm das Wort vom Munde, der Heliograph die Miene vom Gesichte."

Der Dichter Alexander von Sternberg (1806 bis 1868) im Jahre 1846 an den Stockholmer Chemiker Jöns Jacob Berzelius (1779 bis 1848):

„Wie weit werden Sie es mit Ihrer verzweifelten und verteufelten Chemie noch treiben? Sie rufen nur zu, daß Sie neuerdings durch Ihre Anhänger und Schüler das Daguerreotyp haben erfinden lassen. Es ist wahr, allein diese Erfindung ist in meinen Augen ebenso wenig

Digitized by Google

wert, als die der Eisenbahnen. Sie haben den Lichtstrahl, den freiesten Sohn des Himmels, so lange mit Ihrer chemischen Zuchtrute geschlagen, bis er das Zeichnen lernte. Aber wie zeichnet er? Was macht er aus den Augen, Ohren, Nasen und Händen unserer Angehörigen und Lieben? Sie haben die Sonne zur Porträtmalerin gemacht! Ach, das war ein unglücklicher Einfall. Wie malt sie jetzt? Man kann eine vortreffliche Sonne und dabei doch eine herzlich schlechte Porträtmalerin sein!"

Der Philosoph Arthur Schopenhauer (1788 bis 1860) im Jahre 1851:

„Daguerres Erfindung ist hundertmal scharfsinniger als Leverriers so bewunderte Entdeckung des Planeten Uranus auf dem Wege der Berechnung."

Der spätere Papst Leo XIII. (1810 bis 1903) im Jahre 1867:

„Die Kunst der Photographie
Welch herrlich Bild malt Zug um Zug
Der Sonne Strahl mit Pfeiles Flug!
Der Augen Glut, der Stirne Zier,
Der Züge Anmut beut es dir.

O Wunderwerk, o Zauberpracht,
Vom Menschengeiste tief erdacht!
Mit dir im Bund, Natur, stellt dar
Kein schön'res Bild Apelles gar!"

(Übersetzung des Prof. Dr. Bernhard Barth, 1904.)

Literatur zur Geschichte der Photographie

Eder, Josef Maria: Geschichte der Photographie. Bd. I. 1. des Ausführl. Handbuchs der Photographie, 3. Aufl., Halle a. S., 1905. Eine neue, 4. Aufl. dieses einzigartigen Quellenwerkes ist in Vorbereitung.

Eder, Josef Maria, und Kuchinka, Eduard: Die Daguerreotypie und die Anfänge der Negativphotographie auf Papier und Glas (Talbotypie und Niepçotypie). Bd. II. 3. des Ausführl. Handbuchs der Photographie, 3. Aufl., Halle a. S., 1927.

Potonniée, Georges: Histoire de la découverte de la photographie. Paris 1925.

Rohr, Moritz v.: Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs. Berlin 1899.

Weimar, Wilhelm: Die Daguerreotypie in Hamburg 1839 bis 1860. Hamburg 1915.

Dost, Wilhelm, und Stenger, Erich: Die Daguerreotypie in Berlin 1839 bis 1860. Berlin 1922.

Fouque, Victor: La vérité sur l'invention de la photographie. Nicéphore Niépce, sa vie, ses essais, ses travaux. Paris 1867.

Mentienne: La découverte de la photographie en 1839. Paris 1892.

Litchfield, R. B.: Tom Wedgwood, the first photographer. London 1903.

Digitized by Google

Namen- und Sachverzeichnis

Abbe, E., 12.
Abney, W., 17, 18.
Albert, J., 25.
Albinus, C. F., 37.
Albumin-Pap. 17, 36.
Alexander, Dr., 38.
Anastigmat 12.
Andresen, M., 17.
Angerer, C., 25.
Anschütz, O., 13.
Anthropolog. Aufn. 32.
Aplanat 11.
Arago, F., 4, 5, 20, 26, 29, 30, 32.
Archer, F. S., 14.
Architektur-Photogr. 19.
Aristo-Papier 18.
Astronom. Photogr. 30.
Ausbleich-Verf. 31.
Auskopier-Pap. 18.
Ausstellung, erste, 35.
Autochrom-Platte 31.
Automaten-Photogr. 15, 28.
Autotypie 25.

Ballon-Photogr. 26.
Balthazard 33.
Barreswil 25.
Barth, B., 39.
Barytage 18.
Batut, A., 27.
Becquerel, A. E., 31.
Belichtungsmesser 37.
Bennet, Ch., 15.
Berkowsky 30.
Berres, J., 25, 27, 29.
Berzelius, J. J., 38.
Bestuscheff, A. P., 18.
Bildmeßkunst 26.
Bildnis-Photogr. 19.
Bingham 34.
Bioskop 32.
Bisson, A., 21, 36.
Blanquart Evrard 9, 13, 17, 21.
Boettger, R. Ch., 27.
Bond, W. C., 30.
Bosco 28.
Brady 26.
Breton 36.
Brewster, D., 23.
Brieftauben-Photogr. 27.
Brieftauben-Post 30.
Brockhaus, H., 38.
Bromöldruck 19.
Bromsilbergelatine 14, 15, 17, 18, 20, 32.
Bromsilber-Pap. 18.
Buchillustration 24.
Bunsen, R., 27.
Burnett, I. C., 18.

Camarsac, L. de, 25.
Camera obscura I, 2, 5, 7, 9, 19.
Camp, M. du, 24.
Carvallo, I., 33.
Cervenka 32.
Charnay, D., 24.
Chevalier, Ch., 2, 29, 36.
Chromatgelatine 18.
Chromsalze 18, 19.
Civiale, A., 21.
Claudet 27.
Crookes, W., 37.
Cros, Ch., 19, 31.
Czermak, J. N., 32.

Dagron 26, 30.
Daguerre, L. J. M., 1, 2 bis 11, 15, 19, 20, 29 bis 31, 35, 39.
Daguerreotyp 5, 10, 26, 38.
Daguerreotypie 5, 7 bis 9, 13, 15, 17, 21, 23, 28, 29, 32, 34, 36, 38, 39.
Daguerreotypomanie 6, 26, 38.
Dallmeyer, T. R., 30.
Dancer, J. B., 29.
Darget 33.
Davanne 25.
Davy, H., 29.
Delaroche, P., 38.
Denisse 27.
Desensibilisierung 17.
Diazoverbindungen 18.
Didier, L., 19.
Diorama 2, 4.
Disderi, A. A. E., 26, 34, 37.
Donné, A., 25, 29.
Doppelanastigmat 12.
Dost, W., 39.
Dove, H. W., 23.
Drachen-Photogr. 27.
Draper, J. W., 22, 30.
Dreifarben-Druck 31.
Dreifarben-Photogr. 31.
Dressel 28.
Duboscq, L.-J., 30.
Dubroni 13.
Durchschnittsbilder 23.

Eastman, G. W., 13, 15, 18.
Eder, J. M., 18, 39.
Edison, T. A., 32.
Einsaug-Verf. 19.
Einstaub-Verf. 19.
Eisenblau-Druck 18.
Enjalbert 28.
Entwicklungs-Pap. 18.
Ettingshausen, A. v., 29.

Farben-Photogr. 17, 31.
Farbraster-Platte 31.
Farbwerke, Höchst-Main, 16, 19.
Farmer, E. H., 13.
Farmer, H. F., 19.
Fenton, R., 25.
Fern-Photogr. 30.
Ferrotypie 15.
Fesselballon 26.
Film 11, 15, 32, 35.
– – Papierfilm 13, 15.
– – Kollodiumfilm 15.
– – Zelluloidfilm 15.
Fixiernatron s. Natriumthiosulfat.
Fizeau, H. L., 7, 25, 30.
Flachdruck 25.
Flugzeug-Photogr. 26, 37.
Fontayne, Ch., 34.
Foucault, J. B. L., 30.
Fouque, V., 39.
Freiballon 26.
Fyfe 14.

Gaedicke, J., 28.
Galton, F., 23.
Gaslicht-Pap. 18.

Digitized by Google

Gaudin, A., 14, 34, 36.
Gay-Lussac, L. J., 26.
Gebauer 29.
Gedanken-Photogr. 33.
Gelatine 14, 15.
Gerlach, J., 29.
Gewerbl. Photogr. 34.
Gießmaschine 18.
Giroux, A. u. Co., 10.
Gladstone 29.
Goddard, J. F., 7.
Goeppert, H. R., 29.
Goerz, C. P., 13.
Goodwin, H., 15.
Gottheiner, V., 32.
Goupil, A., 20.
Gradenwitz, O., 29.
Groedel, F., 33.
Grove, W. R., 25.
Grüne, E., 33.
Günthner, K., 26.
Gummidruck 19.

Hauff, J., 17.
Hauron, L. D. du, 31.
Heliographie 2, 35.
Herschel, J., 1, 6, 7, 18, 31, 33, 38.
Hochdruck 25.
Hodgson, R., 29.
Homolka, B., 16.
Horn, W., 35.
Hubert 28.
Humboldt, A. v., 4, 24.
Hydrochinon 17.
Hydrotypie 19.

Interferenzfarben - Photogr. 31.
Isenring 7, 36.
Isozyanin 16.
Ives, F. E., 25.

Jacobsohn, K., 33.
Janin, J., 38.
Jordan, T. B., 28.
Josepho, A., 28.

Kallenberg, F., 34.
Kalotypie 8.
Kamera 9.
,, , Balgen- 12.
,, , Geheim- 13.
,, , Kasten- 15.
,, , Klapp- 13.
,, , Magazin- 12.
,, , Panorama- 13.
,, , Reise- 12.
,, , Spiegelreflex- 13, 37.
,, , Stereoskop- 13, 23.
Kassetten 12.
Kilometer-Photogr. 34.
Kinematographie 13, 32, 33.
Kobell, F. von, 25, 29.
Kodak-Company 15, 34.
Koegel, G. R., 18.
Koenig, E., 16.
Kollodium 14, 15, 17, 29, 30, 34.
Kombinationsbilder 22.
Kompositionsporträts 22, 32.
Kongreß, erster intern., 36.
Kopiermaschine 34.
Kratochwila, F., 7.
Krone, H., 14.
Krügener 15.
Kuchinka, E., 39.
Kühn, H., 18.
Kunstlicht 27.

Landkartenherstellung 26.
Landschafts-Photogr. 19.
Laurent, I., 18.
Laussedat, A., 26.
Lautaufzeichnung 32.
Le Gray, G., 14.
Lehranstalt, erste, 35.
Lehrbuch, erstes, 35.
Lehrstuhl, erster, 35.
Leimdruck 18.
Lemercier 25.
Leo XIII. 39.
Lerebours 20, 25, 34.
Leverrier 39.
Levy, M., 25.
Licht, künstliches, 27.
Lichtdruck 24, 25.
Lichtfilter 20, 29, 36.
Lichtpaus-Verf. 18.
Limencey, L. de, 37.
Lipowitz, A., 37.
Lippmann, G., 31.
Litchfield, R. B., 39.
Lithographie I, 2, 25.
Louis Philippe 20.
Lüppo-Cramer, H., 17.
Luftpinselretusche 36.
Lumière, A. u. L., 17, 31, 32.
Luynes, Herzog von, 36.

Mach, E., 26.
Maddox, R. L., 14.
Magnesium 27, 28.
Manly, T., 19.
Martens, F. von, 26.
Martin, A., 35.
Martinez-Sanchez 18.
Mascher, I. F., 23.
Massenauflagen 34.
Maul 27.
Maurisset 6, 7, 26, 38.
Maxwell, I. C., 31.
Medizinische Photogr. 32.
Meisenbach, Georg, 25.
Mentienne 39.
Meteorologie 28.
Metol 17.
Michaud, G., 37.
Miethe, A., 16, 27, 30, 31.
Mikro-Photogr. 29.
Militärische Photogr. 25.
Momentaufnahme 20.
Moser, L., 23.
Mumler 33.

Nachet 30.
Nadar 26.
Nasses Verf. 14, 15, 21.
Natriumthiosulfat 1, 6 bis 8.
Natterer, Joh. u. Jos., 7, 20.
Neck 13.
Negativ-Pap. 12.
Negativschichten 13.
Neubronner, J., 27.
Neue Photogr. Gesellschaft 18, 34.
Newton, I., 31.
Niépce, J. N., I, 2 bis 4, 8, 13, 19, 25, 35, 39.
Niépce, Is., 3, 4, 5.
Niepce de Saint-Victor, C. M. F., 13, 25, 31.
Niepcotypie 13.
Noyes, H. D., 33.

Obernetter, E., 18.
Obernetter, I. B., 17.
Odebrecht, K. T., 28.
Odlicht 33.
Ozalid-Verf. 18.
Ozobrom-Druck 19.

Palimpseste 29.
Pannotypie 15.
Panorama-Aufn. 26.
Paß Photogr. 28.
Periskop 11.
Petzval, J., 11.
Photoautomaten 15, 28.
Photogramm 1.
Photogrammetrie 26.
„Photographie" 35.
Photographophon 32.
Photokeramik 25.
Photolithographie 25, 36.
Photomaton 28.
Photomechan. Verf. 24.
Photomikrographie 26, 29.
Photomontage 22.
Photophonograph 32.
Photoplastik 24.
Photozinkotypie 25.
Pigment-Druck 18.
Pinatypie 19.
Piper, C. W., 19.
Plateau, J. A. F., 32.
Platin-Druck 18.
Poitevin, A. L., 18, 36.
Ponton, M., 18.
Porro, I., 30.

Digitized by Google

Porta, J. B., 2.
Potonniée, G., 39.
Pouncy, J., 19.
Preisausschreiben, erstes, 36.
Pringsheim, E., 29.

Rabending, E., 36.
Raketenapparat 27.
Reade, J. B., 29.
Registrierung, photogr., 28.
Reichenbach, K. von, 33.
Reifung 15, 17.
Reise-Photogr. 20.
Reklame-Bilder 34.
Retusche 36.
Robinson, H. P., 22.
Rodinal 17.
Röntgen, W. K., 33.
Röntgen-Kinematographie 33.
Röntgen-Photographie 33.
Rohr, M. von, 39.
Roux 33.
Rudolph, P., 12.
Ruhmer, E., 32.
Russell, C., 14, 31.
Rutherfurd, L., 30.

Sachse, L. F., 38.
Safranin 17.
Salzmann, A., 24.
Salzpapier 17.
Secchi, A., 30.
Secretan, M. F. L., 37.
Seebeck, J. T., 31.
Senebier, J., 1, 16, 31.
Senefelder, A., I, 2, 25.
Sensibilisierung 16, 17, 31, 37.
Serres, P. M. T., 32.
Sheppard, S. E., 15.
Siderisches Pendel 34.
Silliman 27.
Simpson, G. W., 17.
Skladanowsky, M., 32.
Sobacchi, A., 19.
Soleil, J.-B. F., 29, 37.
Southworth, A. S., 34.
Spamer, O., 35.
Spiritistische Photogr. 33.
Spottbilder 5, 6.
Sucher 37.
Susse 20.
Sutton 13, 37.
Swan, J. W., 18.
Schaufuß, C., 27.
Scheele, K. W., 1, 16.
Schlachtfeld-Photogr. 25, 26.
Schnauß, J., 35.
Schopenhauer, A., 39.
Schott u. Gen. 12.
Schrenck-Notzing, A. v., 33.
Schriftenentzifferung 28.
Schröder, A., 27.
Schulze, J. H., I, 1, 2.
Schwartz, Y., 28.
Stanhope, Ch. von, 30.
Stanhopes 30.
Steckbrief, photogr. 28.
Steinheil, A., 12, 30.
Steinheil, C. A., 11, 29.
Stenger, E., 5, 6, 9, 10, 24, 39.
Stereo-Photogr. 23, 30, 34.
Sternatlas 30.
Sternberg, A. von, 38.
Stirn 13.
Stutzin, J. I., 33.

Talbot, W. H. F., I. 7 bis 9, 18, 20, 24, 25, 29.
Talbotypie 8 bis 10, 13, 22, 24, 35, 36, 39.
Tannin-Verf. 14.
Taupenot, I. M., 14.
Taylor, J. T., 27, 30.
Tiefdruck 25.
Thiele, R., 27.
Thiesson 32.
Tonfilm 32.
Tournachon, G. F., 26.
Tristan, I. F., 37.
Trockenplatte 15, 18.

Umsichtsbilder 26.

Vanderweyde 27.
Verbrecher-Photogr. 28.
Verein, erster, 36.
Vergrößerungen 21, 29.
Vernet, H., 20.
Verschlüsse 13.
Vinci, L. da, 2.
Vogel, H. W., 16, 27, 31, 35 bis 37.
Voigtländer, F., 10 bis 12, 36.

Wardley 14.
Wechselsack 12.
Wedgwood, T., 1, 29, 39.
Weimar, W., 39.
Wiener, O., 31.
Wilde 27.
Wilde, F., 15.
Willème, F., 24.
Willis, W., 18.
Wöhler, F., 38.
Wood, R. W., 37.

Zauber-Photogr. 33.
Zeiß, C., 12.
Zeitschrift, erste, 35.
Zelloidin-Pap. 17.
Zenker, W., 31.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge im 2. Halbjahr 1929

Das Deutsche Museum kann seine Aufgabe, die Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik lebendig darzustellen, nur dauernd erfüllen, wenn es selbst mit dieser Entwicklung fortschreitet und neben geschichtlich wichtigen Apparaten und Maschinen auch die neuzeitlichen Erfindungen, soweit sie wirklich erprobt sind, zur Anschauung bringt. So sind auch im letzten halben Jahre die Sammlungen durch wichtige Stiftungen, deren Zahl sich auf mehrere Hundert beläuft, weiter ausgebaut worden. Auf einige der wichtigsten Neuzugänge, unter denen sich auch zahlreiche Stiftungen der amerikanischen Förderer des Museums befinden, sei hier hingewiesen.

In der Abteilung Bergbau gelangte das Schnittmodell einer neuzeitlichen Trocken-Kokskühlanlage von Gebr. Sulzer, Winterthur, sowie das Original der ersten deutschen Druckluftlokomotive von der Berliner Maschinenbau A.-G. vom Jahre 1907, wie sie in schlagwetterreichen Gruben benützt wird, zur Aufstellung. — In der Abteilung Metallbearbeitung wurde eine neuzeitliche automatische Kegelradhobelmaschine und eine Stirnradfräsmaschine neu aufgestellt. — Die Entwicklung der Wasserkraftmaschinen erhielt durch ein betriebsfähiges mit Regelvorrichtungen versehenes Modell einer Voithschen Kaplan-Turbinenanlage eine wertvolle Ergänzung.

In der Flugtechnik fand eines der ersten im deutschen Luftverkehr eingesetzten Metallflugzeuge, nämlich das „Wasserhuhn" der Junkerswerke, Dessau, Aufnahme, sowie ein Lehrmodell einer Flugzeugsteuerung für ein viermotoriges Verkehrsflugzeug, an dem jeder Besucher die zur Steuerung des Flugzeuges notwendigen Handgriffe selbst ausführen und ihre Wirkung gleichzeitig an einem kleinen Modell studieren kann.

Für die Gruppe Elektrotechnik stifteten die AEG, Berlin, das Modell einer amerikanischen Freiluftstation und die Bergmann Elektrizitätswerke das Modell des zum Bayernwerk gehörigen Umspannwerkes Karlsfeld. — Die Gruppe Kühlung erhielt eine geschichtlich bemerkenswerte Bereicherung durch ein Modell der im Jahre 1874 von Carl Linde gebauten ersten Ammoniak-Kompressionskältemaschine, der ersten derartigen Maschine überhaupt, sowie durch eine von der amerikanischen Kelvinator-Gesellschaft gestiftete, betriebsfähige Kleinkältemaschine.

Digitized by Google

Besonders wertvolle Modelle wurden wiederum in den großangelegten eigenen Werkstätten des Museums hergestellt. — So wurde für die Abteilung Hochbau eine Dorfsiedlung eines Urvolkes auf der indischen Insel Bali, ferner das berühmte Grabmal Taj Mahal, sowie die Dioramen der Stadt Nürnberg mit der Burg im Vordergrunde und der alten Hafenstadt Genua in künstlerisch und technisch hervorragender Weise ausgeführt. Für die in Einrichtung begriffene Gruppe Badewesen ist ein größeres Schnittmodell der Thermen des römischen Kaisers Diocletian, das von einem amerikanischen Gönner des Museums gestiftet wurde, in Ausführung begriffen.

In der Gruppe Physik kamen hinzu eine Comptometer-Rechenmaschine von Felt Tarrant Mfg. Chicago, eine Kathodenröhre von Professor W. D. Coolidge, Schenectady, eine Nachbildung des ersten Spiegelteleskops von Isaac Newton, ein Cobaltmagnetsystem der Amerikan. Telephon und Telegraph Co., New York, ferner das Modell einer Sauerstoffgewinnungsanlage nach Claude, von der „Airliquide" Paris gestiftet.

Im Vortragsraum des Museums wurde ein Apparat zur Wiedergabe von Tonfilmen der Tobis-Syndikat-A.-G. aufgestellt. Die von der deutschen Reichspost und der Telefunkengesellschaft gestiftete Einrichtung zur Vorführung des Fernsehens wird Anfang 1930 zur Aufstellung kommen.

In der Gruppe Chemie wurde ein Schrank mit Präparaten von besonders farbenprächtigen Vögeln, Schmetterlingen, Seetieren und Mineralien aufgestellt, die einen Vergleich der ausgestellten künstlichen Farben mit den Farben der Natur ermöglichen. Im Saale „Aufbau der Materie" wurde die Sammlung durch zwei Atommodelle zur Veranschaulichung der neuesten Ergebnisse der Atomphysik bereichert.

Auch die künstlerische Ausschmückung der Museumsräume durch Gemälde ist weiter gefördert worden. So wurden z. B. in der Gruppe Flugtechnik ein Bild des Flughafens Königsberg, in der Abteilung Elektrotechnik das Bild einer Kabelverlegung und in der Gruppe „Holzbearbeitung" zwei Gemälde des europäischen und tropischen Waldes aufgehängt. Für den Ehrensaal des Museums fährt zur Zeit ein Münchner Künstler das von der Georgetown University in Washington gestiftete Terrakottarelief des berühmten Paters Athanasius Kircher aus.

A. W. Zickfeldt, Osterwieck-Harz

Digitized by Google

Beiträge
zur Geschichte der Technik und Industrie

Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure
Herausgegeben von Conrad Matschoß

19. Band / 1929

DIN A 4, IV/193 Seiten mit 229 Abbildung., 15 Bildnissen und 1 vierfarbigen Tafel. In Leinen geb. RM 12.— (für VDI-Mitgl. RM 10.80)

INHALT:

Strieder, Die Entstehung eines deutschen frühkapitalistischen Montanunternehmertums im Zeitalter Jacob Fugger des Reichen (1459 bis 1525) / **Schimank,** Otto von Guericke, Leben und Werk eines deutschen Ingenieurs / **Enderes,** Aus den Kinderjahren der deutschen Lokomotiv-Eisenbahnen, Zustände, Männer, Taten / **Zuman,** Die böhmischen Glashütten und Industrie der Glaskompositionssteine / **Pflieger-Haertel,** Friedrich v. Voith und sein Werk. Die Gründung und Entwicklung der Firma J. M. Voith, Heidenheim/Brenz (Wttb.) und St. Pölten (Niederösterreich) / **Kurzel-Runtscheiner,** Die Fischer von Erlachschen Feuermaschinen. Ein Beitrag zur Geschichte der Ingenieurkunst nach Mitteilungen verschollener Bücher und nach bisher unbekannten Archivalien / **Herig,** Steinzeitliche Technik / **Schoof,** Entwicklung von einigen wichtigen elektrischen Installationsapparaten / **Hendrichs,** Die Entwicklung der Solinger Schwert- und Messerzünfte bis zum Dreißigjährigen Krieg / **Weihe,** Albert Bürklin. Ein vergessener deutscher Dichter-Ingenieur aus der Jugendzeit der badischen Eisenbahnen / **Schefold,** Das mittelalterliche Hausbuch als Dokument für die Geschichte der Technik / **Fischer,** Frederick Walton und die Linoleumindustrie / **Rothaas,** Der Wettkampf der Lokomotiven zu Rainhill im Oktober 1829 / **Dickinson u. Wagemann,** Thomas Newcomen und seine Dampfmaschine. Ein Rückblick auf die Zeit vor 200 Jahren / **Horwitz,** Die Anfänge von Wellenkupplungen und Wellentransmissionen / **Bloch,** Die Entwicklung der russischen Chemie im Zwanzigsten Jahrhundert / **Technische Kulturdenkmäler** / **Rundschau:** Technische Museen 1928/29 — Das Kuttenberger Kanzionale und sein Titelblatt — Kepler und das Ulmer Maß- und Gewichtssystem — Der erste Dampfhammer — Peder Månsson und seine Schriften — Der Grundgedanke der heutigen Kraftfahrzeugkupplung, eine deutsche Erfindung aus dem Mühlenbau — Erzveredelung und Schmiedekunst im alten Israel — Die 100 Jahre alte Schiffsschraube — Die ersten Versuche mit sauerstoffangereicherter Gebläseluft — Zur Entwicklung der Werkstoffe für Gleitlager — Mahltrog und Schwenkmühle aus der Steinzeit — Die Kunst der Ofenplatten — Die Geschichte des Kuppelofens — 100 Jahre Technologisches Institut in Leningrad — Unternehmergestalten aus dem rheinisch-westfälischen Industriebezirk und eine Rheinisch-Westfälische Biographie — **Literaturschau — Aus dem Inhalt der Bände 1 bis 19 — Verfasserverzeichnis.**

Zu beziehen durch jede Buchhandlung!

VDI-Verlag GmbH / Berlin NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft

RITTER DER VERGANGENHEIT UND SCHMIEDE DER ZUKUNFT

VON

W. OSTWALD

1930

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. d. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 1

RITTER DER VERGANGENHEIT UND SCHMIEDE DER ZUKUNFT

VORTRAG, GEHALTEN AUF DER HAUPTVERSAMMLUNG DES DEUTSCHEN VERBANDES TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHER VEREINE AM 14. FEBRUAR 1930 VON

W. OSTWALD

DIE PROVISORISCHE BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS VON

L. HARTMANN

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft

Von W. Ostwald, Großbothen

Die Kulturkrise, die unsere Zeit gemäß einem ganz allgemeinen Empfinden soeben durchzumachen hat, beruht darauf, daß alle Kultur durch zwei entgegengesetzte Kräfte bewegt und genährt wird. Solange eine dieser Kräfte erheblich stärker ist als die andere, besteht kein Zweifel über die Resultierende: die stärkere überwindet die schwächere und bestimmt den Sinn der Bewegung. Werden aber beide Kräfte annähernd gleich, so entsteht eine große Unsicherheit, wohin denn eigentlich der Weg führt. Es wechseln entgegengesetzte Bewegungen unstet miteinander ab oder finden gleichzeitig nebeneinander an verschiedenen Stellen statt. Dieser Zustand ist gegenwärtig vorhanden. Lange Zeit hindurch hat die eine Kraft unbedingt vorgeherrscht. Sie ist aber immer schwächer geworden, während die andere zugenommen hat, bis beide heute ungefähr gleich stark geworden sind. Daher der labile Zustand und jenes Durcheinander entgegengesetzter Anstöße, das wir alle fühlen.

Man kann diesen entgegengesetzten Kräften mancherlei Namen geben. Wir wollen sie nach einem ganz wesentlichen Kennzeichen die Kräfte der Vergangenheit und die der Zukunft nennen. Bezeichnen wir mit dem allgemeinen Worte Kultur die Gesamtheit aller geistigen Güter, die aus den Leistungen einzelner in den Zustand des sozialen Besitzes übergegangen sind, so war beispielsweise im Mittelalter die Richtung der Kultur ganz einheitlich, und zwar waren maßgebend die Kräfte der Vergangenheit.

Die religiöse Bindung, welche die Zeit beherrschte, baute ihre Autorität mittels der Offenbarung auf, für welche die denkbar weiteste Vergangenheit, die Zeit der Erschaffung des ersten Menschenpaares in Anspruch genommen wurde. Das war ein Ausdruck des Grundgedankens, daß eine Autorität um so höher steht, je älter sie ist. Damals zweifelte niemand an dieser Wertung und heute tun es nur wenige.

Die erste Erschütterung jener absoluten Herrschaft geschah durch die geistige Bewegung, die wir Renaissance nennen. Sie bestand bekanntlich in der Entdeckung und Aufnahme der geistigen Güter, welche die griechisch-römische Kultur geschaffen hatte, soweit sie erhalten geblieben waren. Sie entstand bemerkenswerterweise an derselben Stelle, wo die religiöse Weltherrschaft ihren Sitz hatte: in Rom. Grundsätzlich wurde

Digitized by Google

hierbei nur eine Kraft der Vergangenheit durch eine andere abgelöst, die gleichfalls in der Vergangenheit ruhte; es verschob sich nur das moralische Ideal in ein künstlerisches. Dies erklärt, daß die Renaissance, trotz ihrer heidnischen Beschaffenheit, nie in einen ernstlichen Kampf mit der Kirche geriet, wenn auch einzelne Scharmützel entstanden. Das ist bis auf den heutigen Tag so geblieben, denn ihre Hauptrichtung ist die gleiche; ihre Ideale liegen in der Vergangenheit.

Die entgegengesetzte Richtung, deren Ideale in der Zukunft liegen, betätigte sich erst in der Wissenschaft. Nachdem einzelne Vorstöße in Babylon, Ägypten, Griechenland wieder zerfallen waren, entstand ihre zusammenhängende Entwicklung erst mit dem Beginn des 17. Jahrhunderts, also zu einer Zeit, da die Renaissance ihren Höhepunkt längst überschritten hatte. Wir stehen jetzt im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts und nehmen staunend wahr, wie jung die Wissenschaft ist: wenig über 300 Jahre. Ich betone, daß ich von der stetigen Entwicklung der Wissenschaft rede; einzelne Anfänge, die ich vorher erwähnt habe, gehen um die zehnfache Zeit, über 3000 Jahre zurück.

Die gegensätzliche Einstellung der Wissenschaft machte sich alsbald geltend; Galilei, den wir als einen ihrer ersten Vertreter verehren, geriet gleichzeitig in Widerspruch mit der Kirche und mit der Antike, da er dem Aristoteles bezüglich des Fallens der schweren Körper einen groben Denkfehler nachwies. Er hätte beides gern vermieden, wenn er gekonnt hätte; die Wissenschaft aber erlaubte es ihm nicht. So nahm er die Folgen auf sich. Ebenso Kepler, der andere große Begründer der heutigen Wissenschaft, der die Gesetze der Wandelsterne am Himmel entdeckte. Hier tritt uns entscheidend jener Gegensatz vor Augen, der die kirchliche Weltanschauung von der wissenschaftlichen trennt: die Richtung des Geistes auf die Vergangenheit oder auf die Zukunft. Die Offenbarung hat in der Vergangenheit stattgefunden, sie ist deshalb ebenso unveränderlich wie diese. Die Wissenschaft aber ist auf die Zukunft gerichtet, denn alle ihre Sätze lauten, wenn A da ist, kommt B. Um aber solche Sätze zu finden, gibt es kein anderes Mittel als die Erfahrung. Diese ist im Gegensatz zu jener unveränderlichen Tradition der Vergangenheit eine immer wieder sich wandelnde und sich immer neu gestaltende Offenbarung der Zukunft. Hierin liegt jene überwältigende Kraft, die bewirkt hat, daß sie trotz des mit allen Mitteln betätigten Widerstandes der Mächte der Tradition sich durchsetzt und jene Mächte mehr und mehr zurückdrängt. Der entscheidende Punkt, um den sich der geistige Kampf dreht, ist die Prophetie, das Voraussagen der Zukunft. Von allem Anfang an hat das Bewußtsein bestanden, daß dies die höchste Leistung ist, die wir Sterblichen uns denken können. Sie ist daher zunächst als eine den Göttern allein gegönnte Gabe betrachtet worden, die von diesen einzelnen begnadeten Menschen verliehen wurde, um dem Volke die Wege zu weisen, die es gehen sollte.

Digitized by Google

Die Propheten waren die Vermittler der Offenbarung. Weil diese aber für alle Zeit gültig sein sollte, war das Prophetenamt gleichfalls auf die Vergangenheit beschränkt, und wo eine Kirche organisiert war, hat sie folgerichtig alle neu auftretenden Propheten als Ketzer verfolgt und wenn sie konnte, vertilgt. Konnte ein solcher aber sich durchsetzen, so ergab die durch ihn verkündete Offenbarung die Grundlage einer neuen Kirche, die ihrer Natur nach ebenso jeden späteren Propheten verdammen mußte. Ganz entgegengesetzt ist die Stellung der Wissenschaft. Sie ist nicht nur willig, zuzugeben, daß ihr Wissen zu jeder Zeit unvollkommen ist, sondern es ist einer ihrer ersten Sätze, daß ihr Heil nur in der unaufhörlichen Prüfung und Verbesserung des vorhandenen Wissens und in der Gewinnung des neuen gefunden werden kann. Auch sie betrachtet das Prophezeien als ihr höchstes Amt, als den Prüfstein, um Wahres und Falsches zu unterscheiden. Aber wenn sie auch ihre großen Propheten verehrt, die inzwischen dahingegangen sind: sie erwartet in der Zukunft noch größere. Auch die Propheten der Wissenschaft haben oft schwere Widerstände aus ihrem eigenen Lager zu überwinden. Aber das sind Unvollkommenheiten, die die Vertreter der Wissenschaft im Erbgang haben übernehmen müssen und deren Überwindung zu den Aufgaben ihres Berufs gehört. Die Folgen dieses entgegengesetzten Verhaltens sind entscheidend. Während der Betrag des Vorausgesagten bei der Offenbarung nur abnehmen kann, etwa indem ein Teil in Erfüllung geht, lernt die Wissenschaft immer mehr und mehr vorauszusagen. Wir vergegenwärtigen uns kaum, in welchem Maße unser ganzes Leben durch die Kenntnis der Zukunft bestimmt ist. Am 28. November 1929 befanden sich in einem anderen Raume dieses Hauses*) eine Anzahl Männer, welche zusammen voraussagten, daß eben dieser Vortrag, dem Sie in diesem Augenblick Ihre freundliche Aufmerksamkeit schenken, heute hier stattfinden würde, und es ist alles eingetroffen, was damals und später vorausgesagt wurde. Als diejenigen unter Ihnen, die von auswärts nach Berlin gekommen sind, ihre Reise beschlossen, haben sie ein Buch zu Rate gezogen, welches viele tausend Prophezeiungen enthält, die täglich eintreffen: nämlich das Eisenbahn-Kursbuch.

Ich habe absichtlich alltägliche Beispiele gewählt, um die Durchdringung unseres ganzen Lebens nicht nur mit dem Wunsch, sondern mit der Wirklichkeit des Voraussehens recht anschaulich zu machen. Aber wir finden dasselbe, wenn wir zu höheren Aufgaben ansteigen. Was ist wichtiger als die Erziehung unserer Jugend? Wie wir auch deren Zweck bestimmen mögen: immer handelt es sich um gegenwärtige Einwirkungen mit dem Ziel späterer Folgen, die vorausgewünscht sind und von denen man annimmt, daß sie durch jene Einwirkungen hervorgerufen werden. Daß hierbei nicht selten die Mittel zum Zweck verfehlt werden, steht auf einem anderen Blatt; darauf komme ich noch zurück.

*) Der Vortrag fand im Ingenieurhaus in Berlin statt.

Digitized by Google

Im allergrößten Maßstabe sehen wir das Prophezeien berufsmäßig organisiert in der Technik. Ein Ingenieur ist ein Mensch, der da weiß, was man machen muß, um bestimmte Zukunft technisch zu gestalten. Nachdem die Ingenieure ihre Rechnungen und Zeichnungen durchgeführt haben, riskieren die Kaufleute beispielsweise 50 Millionen Mark für einen neuen Ozeandampfer, weil sie sich auf die Prophetengabe der Ingenieure verlassen. Vielleicht nicht ganz mit 100 Prozent, aber doch mit nicht weniger als 95. Deshalb wird alles Technik, was wir mit genügender Sicherheit voraussagen können, und wo eine Technik besteht, ist sie ein Beweis dafür, daß hier ein Prophezeien mit nahezu hundertprozentiger Sicherheit, d. h. eine exakte Wissenschaft erreicht ist.

Es ist also eine Lebensfrage für den Ingenieur, zu wissen, wie er die Sicherheit seiner Voraussagen so hoch wie möglich steigern kann, und dazu muß er zunächst wissen, woher ihm denn überhaupt diese Fähigkeit kommt. Die Antwort kann nicht zweifelhaft sein: die Wissenschaft, und nur die Wissenschaft gibt sie ihm, nicht die Offenbarung.

Man wird hier vielleicht einwenden, daß die Offenbarung überhaupt nichts mit diesen Dingen zu tun habe. Heute ist das sicher richtig, da eben die Technik und die Wissenschaft sie restlos übernommen haben. Aber es war nicht immer so. Die Zerstörung der Mauern von Jericho war sicherlich eine technische Aufgabe, deren Lösung durch die angewandten akustischen Hilfsmittel nicht ausführbar war, wenn nicht höhere Mächte mitwirkten. Heute rechnet man nicht mehr mit ihnen in entsprechenden Fällen.

Überdenken wir diese lebenbeherrschende Rolle der Wissenschaft genauer, so kommen uns freilich mancherlei Bedenken. Zwar für die Mechanik, die Physik, die Chemie wird man ihre Kraft, Voraussagungen zu machen, gern zugestehen, da sie sich ja tausend- und abertausendfältig in der Industrie wie im täglichen Leben bewährt hat. Aber wie steht es mit den Wissenschaften vom Leben oder gar vom Geiste? Weigern sich doch z. B. die namhaftesten Historiker unbedingt, etwa die politischen Ereignisse der nächsten Jahre voraussagen zu sollen! Sie erklären, daß dies nicht die Aufgabe ihrer Wissenschaft sein könne. Der Geschichtsforscher müsse vielmehr erst den nötigen zeitlichen Abstand, etwa von 30 Jahren oder mehr, von den Zeitereignissen gewonnen haben, d. h. sie müßten so lange schon Vergangenheit geworden sein, bevor seine Wissenschaft ihr Urteil fällen könne. Wir treffen also hier auf eine Wissenschaft, die nicht prophezeien kann noch will. Und bei weiterem Umschauen finden wir noch große andere Wissensgebiete, die sich ausdrücklich und grundsätzlich nur mit Vergangenem beschäftigen, wie z. B. die gesamte Philologie.

Treten wir also mit dem Maßstab des Voraussagens an die Stätte heran, welche die Völker zur Pflege der Wissenschaft errichtet haben,

Digitized by Google

die Universitäten, Akademien, Forschungsanstalten usw., so treffen wir auf jene Tatsachen, die uns äußerst nachdenklich stimmen müssen.

Alle Voraussetzungen künftigen Geschehens beruhen auf der Kenntnis gesetzlicher Zusammenhänge. Daß Tag und Nacht in regelmäßigem Wechsel folgen, rührt von der Wirksamkeit des Trägheitsgesetzes her, das eine Veränderlichkeit der Drehzeit der Erde untersagt und daß ein Mensch, der heute einen gesunden Eindruck macht, voraussichtlich auch morgen bei Kräften sein wird, beruht letzten Endes auf dem Gesetz der Stetigkeit, das plötzliche, unvermittelte Änderungen eines dauerhaften Zustandes ausschließt.

Wir werden also sagen dürfen: je genauer und vollständiger wir die Gesetze irgendeines Seins oder Werdens kennen, um so weitreichender und bestimmter wird unsere Voraussicht sein. Deshalb können die Astronomen Sonnen- und Mondfinsternisse auf viele Jahre vorausberechnen, weil die Bewegungen der Himmelskörper verhältnismäßig einfach und in ihren gesetzlichen Zusammenhängen daher sehr genau bekannt sind.

In der Wetterkunde aber werden zwar auch die großen Bewegungen während des Jahres: Frühling, Sommer, Herbst und Winter, mit astronomischer Sicherheit vorausgesagt. Die kleineren Einzelheiten des täglichen Wetters aber können nur mit ziemlicher Unsicherheit auf einen oder einige Tage prophezeit werden, denn sie werden durch zahlreiche örtliche Umstände bestimmt, deren Gesetze nur unvollkommen erfaßt sind.

Daher sind alle wissenschaftlichen Prophezeiungen um so besser und vollständiger, je einfacher die Verhältnisse sind, auf die sie sich beziehen. In der Mathematik und Geometrie sind wir an das Zutreffen unsrer Rechnungen und Zeichnungen so gewöhnt, daß manche Philosophen die entsprechenden Erfahrungsgesetze für Denknotwendigkeiten halten. Physik und Chemie sind viel verwickelter und ihre Gesetze sind nicht viel länger bekannt, als seit hundert bis zweihundert Jahren. Daß die Lebenserscheinungen in letzter Linie gleichfalls gesetzlich bedingt sind, ist aber heute noch nicht die allgemeine Ansicht wissenschaftlich gebildeter Menschen.

Bei den Erscheinungen des Seelenlebens, von denen man zur Zeit nur wenige Gesetze kennt, beginnen die Zweifel stärker zu werden, und für die sozialen Erscheinungen, wie sie von der Geschichte erfaßt und dargestellt werden, wird von vielen angenommen, daß es unmöglich sei, sie unter Gesetze zu bringen. Daher rührt die Weigerung der Historiker, die Zukunft vorauszusagen; denn dies kann man natürlich nur, wenn Gesetze des geschichtlichen Geschehens bekannt sind und sich bewährt haben.

Die Ursache dieser Verhältnisse liegt in der zunehmenden Verwicklung der genannten Gebiete und in der entsprechenden Erschwerung der Entdeckung ihrer gesetzlichen Beziehungen. Die allgemeine Bewe-

Digitized by Google

gung der Wissenschaft geht aber doch unverkennbar dahin, daß auch die bisher noch nicht erfaßten Gebiete früher oder später verwissenschaftlicht werden. So beschäftigen sich sowohl die Geschichte wie die Soziologie mit den kulturellen Verhältnissen der Völker und der Menschheit. Während jene aber sich auf die Feststellung des Gewesenen beschränkt, ist die Tendenz der Soziologie unverkennbar auf die Herausarbeitung allgemeiner Gesetze gerichtet, mit deren Hilfe man die Zukunft voraussehen und womöglich auch zweckmäßig gestalten kann.

Wir stoßen hier wieder auf jenen Gegensatz, der unserer Zeit das Gepräge gibt, auf den Gegensatz des in die Vergangenheit und des in die Zukunft gerichteten Denkens und Wollens. Er geht mitten durch die heutige Wissenschaft, denn diese zerfällt in zwei große Gruppen, zwischen denen Gegnerschaft, zuweilen sogar leider Feindschaft besteht. Die eine Gruppe, die der Vertreter der allgemeinen Gesetzlichkeit, hat im Laufe der Zeit sich beständig vergrößert. Hatte sie im Mittelalter nur ganz selten einen Angehörigen, so hat deren Zahl insbesondere in den letzten zwei bis drei Jahrhunderten sich in geometrischer Reihe gesteigert. Die andere Gruppe, die der Vertreter des Gewesenen, hat sich dagegen vermindert, wenn auch viel langsamer, und findet sich gegenwärtig an dem Punkte, wo sie den bisher ausgeübten vorwiegenden Einfluß zu verlieren befürchtet. Sie hat sich deshalb auf den Kampf eingestellt, um ihre Zurückdrängung womöglich zu verhindern, jedenfalls aber tunlichst zu verzögern. Es handelt sich um den großen Kampf zwischen den exakten und den Geisteswissenschaften. Was ihn für die ersten so erschwert, ist folgendes:

Alles Vorhandene braucht die Möglichkeit seines Daseins nicht erst zu beweisen; es ist da, und damit gut. Das Künftige braucht, wenn es durch Menschenkraft verwirklicht werden soll, zunächst jemanden, der nicht nur voraussieht, daß es möglich ist, sondern auch, daß es besser ist als das Vorhandene, da sonst kein Grund vorläge, es zu verwirklichen. Da nur in seltenen Fällen der einzelne ausreicht, um das Neue zu verwirklichen, so muß er außerdem einer genügenden Zahl seiner Zeitgenossen die gleiche Überzeugung beibringen.

Es hängt also alles davon ab, wie groß die Sicherheit ist, mit der die Wirksamkeit des Neuen vorausgesehen wird. Erinnert man sich, wie klein am Anfange jeder Wissenschaft der Betrag wissenschaftlicher Voraussicht ist, so erkennt man, wie ungeheuer groß, wie fast unüberwindlich die Schwierigkeiten sind, die sich in einem noch nicht im Sinne der Gesetzesentdeckung erfaßten Gebiet, den ersten Fortschritten widersetzen und wie leicht es die Vertreter des Alten haben, ihren Standpunkt festzuhalten. Es ist also so, daß der Fortschreitende gerade am Anfang mit einer besonders niedrigen Wahrscheinlichkeitszahl für die Richtigkeit seines Schrittes rechnen muß, denn es handelt sich immer um eine Extrapolation über das Vorhandene hinaus, und eine

Digitized by Google

solche ist um so unsicherer, je weiter sie reicht. So sind Mißerfolge des Neuerers zu keiner Zeit wahrscheinlicher, als zu Anfang, wo sie am gefährlichsten sind. Die Vertreter des Alten versäumen nie, den Schluß zu ziehen: da es diesmal nicht ging, so ist bewiesen, daß es niemals gehen wird. Also bleiben wir beim Alten.

Waren die bisherigen Betätigungen der „Alten" wesentlich als Verzögerungen des Fortschrittes aufzufassen, so gibt es noch eine andere Einstellung, welche zu einer Bekämpfung, womöglich Vernichtung des Neuen führt. Sie stammt ursprünglich aus der Sage vom goldenen Zeitalter.

Für die mancherlei Unzulänglichkeiten und Schäden, mit denen das gegenwärtige Leben nicht nur heute behaftet ist, sondern zu allen Zeiten behaftet war, gibt es zwei Erklärungen. Die eine geht dahin, daß die Menschheit sich ursprünglich in einem vollkommenen und glücklichen Zustand befunden habe, und daß hernach durch irgendein Unglück oder Verschulden die Übel in die Welt gekommen sind, unter denen wir leiden. Die andere besagt umgekehrt, daß die Menschen ursprünglich wilde und grausame Bestien gewesen sind und sich langsam im Laufe der Jahrhunderttausende zu den jetzigen besseren Zuständen emporgearbeitet haben. Die vorhandenen Übel sind daher als Überreste der früheren Zustände aufzufassen, die wir durch zähe Arbeit an uns und unserer Umwelt zu beseitigen Hoffnung haben dürfen, da schon viele frühere Übel inzwischen beseitigt worden sind.

Es soll hier nur angedeutet werden, daß die erste Ansicht notwendig Pessimisten erzeugt, die zweite dagegen Optimisten. Entscheidend ist, daß alle wirkliche und objektive Kenntnis, die wir von der Vergangenheit haben, durchaus und eindeutig für die zweite Auffassung spricht. Geschichtlich sind nirgends auch nur die leisesten Spuren eines goldenen Zeitalters erkennbar, dagegen unzählige Zeugnisse für frühere tierische und barbarische Zustände, die heute überwunden sind. Freilich bei weitem nicht alle, aber was erreicht ist, erfüllt uns mit der Hoffnung, noch mehr zu erreichen.

Werden dergestalt viele durch den Ausspruch der Wissenschaft genötigt, auf die allgemeine Lehre vom goldenen Zeitalter zu verzichten, so wahren sie doch eine praktisch gleichartige Stellung dadurch, daß sie gewisse Epochen in der Menschheitsentwicklung als unübersteigbare Höhepunkte bezeichnen und die Gegenwart als einen Abfall oder Niedergang von jener Höhe verklagen. Sie stellen und beantworten freilich nicht die Frage, weshalb jene herrlichen Menschen, z. B. die Griechen im 5. Jahrhundert, sich als unfähig erwiesen haben, die erreichte Größe auf ihre Kinder und Kindeskinder zu übertragen. Daß überhaupt ein Niedergang erfolgte, ist ja ein erfahrungsmäßiger Beweis, daß der von ihnen erreichte Zustand nicht stabil war. Er war vielmehr im höchsten Grade labil, da er überhaupt kaum ein Jahrhundert lang dauerte.

Digitized by Google

Tatsächlich gibt es heute schwerlich einen Menschen, der von der unübertrefflichen Herrlichkeit des Griechentums wirklich überzeugt wäre. Denn es macht niemand einen ernsthaften Versuch, jene Zustände wieder herzustellen, da niemand unter ihnen leben möchte. Der arme Hölderlin, der vor 100 und einigen Jahren wirklich an sie glaubte, wurde darüber verrückt. Dagegen gibt es zahlreiche Menschen, vielfach in einflußreicher Stellung, die so tun, als glaubten sie daran. Das könnte man auf sich beruhen lassen, wenn sich diese Einstellung nicht praktisch dahin auswirkte, daß sie das Verständnis der Gegenwart verhindert und insbesondere den Schulunterricht in höchst schädlicher Weise beeinflußt. Von hier aus erstrecken sich die Folgen dieser falschen Weichen-

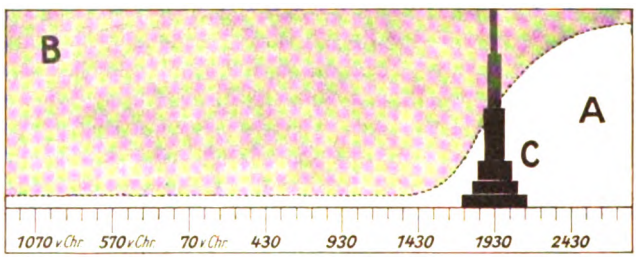


Abb. 1. Die Pyramide der Wissenschaften im Wandel der Zeiten.

stellung weit hinein in die Gestaltung hochwichtiger Gebiete, wie Recht, Verwaltung und Politik, so daß es sich schließlich um eine Lebensfrage handelt. Es ist deshalb nötig, die Angelegenheit auf das sorgfältigste und vom weitesten Gesichtspunkt aus zu untersuchen.

Bekanntlich lassen sich alle vorhandenen und künftigen Wissenschaften in Gestalt einer Pyramide ordnen, Abb. 1, deren unterste Lagen von den allgemeinsten Wissenschaften: Ordnungslehre und Logik, Mathematik, Geometrie, Kinematik gebildet werden. Darüber lagern die energetischen Wissenschaften: Mechanik, Physik, Chemie, und die Spitze wird von den Wissenschaften des Lebens: Physiologie, Psychologie und Soziologie gebildet. Die Geschichte der Kultur zeigt uns, daß die Ausbildung dieser Gebiete im allgemeinen von unten nach oben geht. Schon im Altertum bestand eine gute Entwicklung der Mathematik und Geometrie; die Physik begann ihren Aufstieg im 17. Jahrhundert, die Chemie gegen Ende des 18. und die Physiologie um die Mitte des 19. Jahrhunderts.

Digitized by Google

In unserer Zeit bemüht sich die Psychologie um ihre wissenschaftliche Gestaltung, und die Soziologie erweist sich noch hauptsächlich als ein Tummelplatz wissenschaftlicher Meinungsgegensätze.

Vergegenwärtigen wir uns also, daß für den vorgeschichtlichen Menschen noch die ganze Pyramide in den Nebel der Unwissenheit gehüllt war, so können wir uns den kulturellen Fortschritt als ein langsames Aufsteigen dieses Nebels vorstellen. Die unterste Schicht ist schon im wesentlichen nebelfrei; denn die Voraussagungen der Mathematik und Geometrie, z. B. bei unsern technischen Konstruktionen sind praktisch vollkommen sicher und die vorhandenen Fehler rühren nur von unrichtiger Anwendung richtiger Gesetze her. Die jeweilige Grenze der Wissenschaft liegt dort, wo wir die Folgen der bekannten Voraussetzungen noch nicht vollständig gezogen haben, sei es im Sinne der Verfeinerung oder der Verallgemeinerung.

Nicht ganz dasselbe können wir von den energetischen Wissenschaften sagen. Sie sind so jung — die wissenschaftliche Chemie ist z. B. erst etwas über ein Jahrhundert alt —, so daß noch außerordentlich viel Arbeit zu tun ist. Seit aber J. R. Mayer im Jahre 1842 das Gesetz von der Erhaltung der Energie aufgestellt hat, dürfen wir uns hier einigermaßen zu Hause fühlen und sehen die Wege des Fortschrittes deutlich vor uns. Die Wunder der Technik, mit denen unser zwanzigstes Jahrhundert uns in atemraubender Fülle überschüttet hat, beruhen überall auf der Erkenntnis energetischer, d. h. physikalisch-chemischer Gesetze und auf den Prophezeiungen, die sie ermöglicht haben.

Steigen wir noch höher, in die Physiologie, so treten wir in die Nebelschicht ein, die uns zwar hier und da das Naheliegende erkennen läßt, den Fernblick und die Übersicht dagegen verhindert. Für das Leben kennen wir noch kein allgemeines Gesetz, das dem Energiegesetz vergleichbar wäre und demgemäß sind die Möglichkeiten des Voraussehens der Zukunft und ihrer Gestaltung nach unsern Bedürfnissen äußerst beschränkt. In noch viel höherem Maße gilt dies von den darüberliegenden Schichten, der Psychologie und der Soziologie.

Es entsteht nun die Frage: wie hilft sich die Menschheit in den Gebieten, wo es noch keine entwickelte Wissenschaft gibt? Auf der Physiologie beruht z. B. die Medizin. Kranke Menschen hat es zu allen Zeiten gegeben, und diese konnten und wollten nicht warten, bis sie auf Grund physiologischer Erkenntnis geheilt wurden, sondern sie verlangten unmittelbare Hilfe.

Hier führen uns unsre Betrachtungen an den Ausgangspunkt zurück. Wo die Wissenschaft noch nicht hingelangt ist, herrscht Metaphysik und Offenbarung. Alle Berichte von Propheten und göttergleichen Menschen enthalten zahlreiche Erzählungen über Krankenheilungen, meist durch bloße Berührung. Bis in unsre Tage reicht der Glaube an Wunderheilungen auf religiöser oder mystischer Grundlage. Ganz ebenso ver-

Digitized by Google

hält es sich in den andern Gebieten, die von der Wissenschaft noch nicht erobert sind. Weil u. a. die soziologischen Gesetze noch nicht bekannt sind, die in jedem vorgelegten Falle die zweckmäßigste Art der Regierung abzuleiten ermöglichen, begnügen wir uns heute mit der metaphysischen Annahme, daß sie mittels Abstimmung aller Erwachsenen gefunden werden kann, wobei gegebenenfalls nur wenig mehr als die Hälfte aller Beteiligten genügt, um das Urteil der andern Hälfte unwirksam zu machen.

So bedenklich, ja gefährlich dieser Zustand ist, so besteht doch keineswegs ein allgemeiner, nicht einmal ein einigermaßen verbreiteter Wunsch, ihn zu beseitigen, indem die Wissenschaft sobald wie möglich so weit entwickelt wird, daß sie die Lücke auszufüllen vermag. Vielmehr beobachten wir hier nicht nur ein Mißtrauen gegenüber der Wissenschaft, sondern hören fast immer die bestimmte Behauptung, daß es ihr überhaupt niemals gelingen wird und kann, solche Probleme zu lösen. Was das Sonderbarste ist: man bedauert nicht etwa, daß auf eine solche so nötige Hilfe leider verzichtet werden muß, sondern behandelt die Möglichkeit, daß die Wissenschaft hier etwas zu sagen haben könnte, als eine teils lächerliche, teils unverschämte Anmaßung. Überhaupt beruht der hier sichtbar werdende Widerstand nicht sowohl auf einen verstandesmäßigen Nachweis der Unmöglichkeit (der schwer zu führen wäre), als auf einer gefühlsmäßigen Empörung.

Diese psychologische Erscheinung läßt alsbald die Quelle des Widerstandes erkennen. Die der Wissenschaft zeitlich vorausgehenden Phasen der metaphysisch-mystischen und religiösen Auffassung des Weltgeschehens bestehen ja nicht an sich, sondern sie werden von einer besondern Klasse von Menschen gepflegt, ebenso wie hernach die Wissenschaft. Da auch der Ausdruck: Priester der Wissenschaft ganz gebräuchlich ist, können wir diese Menschenklasse allgemein Priester nennen. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß sie sich besonders mit der Aufgabe des Voraussagens befassen und deshalb eine ausgezeichnete Stellung unter ihren Volksgenossen einnehmen.

Nun verhalten sich die Priester sehr verschieden, je nach den Stufen, die sie vertreten. Die der Offenbarung müssen jede andersartige Offenbarung nicht nur für falsch, sondern auch für schlecht oder sündig erklären und deshalb womöglich verfolgen. Ihr Mittel, auf die Menge der Anhänger zu wirken, ist die Furcht, da jeder Ungläubige, ja jeder, der überhaupt zu zweifeln wagt, mit Rache bedroht wird.

Die Priester der Mystik und Metaphysik sind im allgemeinen nicht in der Lage, unmittelbaren Zwang auszuüben. Sie betätigen sich daher auf einer höheren Ebene, indem sie die Furcht durch die Ehrfurcht ersetzen, die sie für ihre Ansichten in Anspruch nehmen. Unter Ehrfurcht ist die Einstellung zu verstehen, nach der gewisse Gesinnungen und Betätigungen an sich maßgebend sein sollen, ohne daß es dem

Digitized by Google

einzelnen gestattet wäre, sie zum Gegenstand einer kritischen Untersuchung zu machen; denn eine Kritik wäre schon für sich eine Verletzung der Ehrfurcht, ganz unabhängig davon, wie das Ergebnis der Untersuchung ausfällt, weil dadurch das Urteil des einzelnen über jene Satzungen gestellt würde. Ein wohlbekanntes Beispiel sind die Begriffe der Standesehre. Ferner gehört hierher auch jene Einschätzung der antiken Kunst und Literatur als unerreichbare Muster, welche im 18. und 19. Jahrhundert bei uns maßgebend war.

Die Priesterschaft ist hier natürlich bei weitem nicht so straff organisiert wie im ersten Falle, und wird ersetzt durch ein stark ausgebildetes Gefühl der Zusammengehörigkeit der Gleichgesinnten. Dieses führt zu einer bewußten oder unbewußten Tendenz, den Gesinnungsgenossen gegebenenfalls alle tunliche persönliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Förderung angedeihen zu lassen und die Nichtzugehörigen davon auszuschließen. Während früher die Regierungen wesentlich die Bestrebungen der ersten Gruppe unterstützten, werden sie gegenwärtig fast vollständig durch Angehörige der zweiten Gruppe geleitet. Dies kennzeichnet sich nach außen dadurch, daß die Anzahl der Vertreter der allgemeinen und der energetischen Wissenschaften und der entsprechenden Technik, selbst der Medizin innerhalb der verschiedenen allgemeinen Regierungsorgane verschwindend gering ist gegenüber den metaphysisch eingestellten Vertretern der Jurisprudenz und der andern sogenannten Geisteswissenschaften.

Wir kommen nun zu der dritten Priesterschaft, der wissenschaftlichen, die wir aus den vorher dargelegten Gründen auf die Angehörigen der allgemeineren Wissenschaften etwa mit Einschluß der Mediziner beschränken müssen, da sich die höheren Disziplinen zur Zeit noch im vorwissenschaftlichen Stadium befinden. Sie haben für die Durchsetzung ihres Standpunktes weder Furcht noch Ehrfurcht zur Verfügung, sondern nur die Berufung auf die Wahrheit. Wenn wir aber aus der Kulturgeschichte vollkommen zweifellos feststellen können, daß trotzdem die Wissenschaft (in dem hier definierten strengen Sinne) und die zugehörige Technik immerfort und unaufhaltsam an Anerkennung, Einfluß und Anhängern zunimmt, und zwar auf Kosten der andern Einstellungen, so müssen wir jedoch jenem Grundmittel der Wissenschaft, der Wahrheit, eine überlegene Kraft zuerkennen.

Was ist Wahrheit?

Es ist gebräuchlich, sich von dieser Frage achselzuckend abzuwenden und sie für unbeantwortbar zu erklären. Die Wissenschaft aber läßt sich weder abweisen noch entmutigen; sie untersucht die Frage mittels ihrer Methoden und gelangt zu der Antwort: Wahrheit ist, was richtige Voraussagungen ermöglicht. Während nämlich alle Nachrichten, welche Vergangenes betreffen, auf Treu und Glauben angenommen werden müssen,

Digitized by Google

da sie auf keine Weise wieder gegenwärtig gemacht und unmittelbar geprüft werden können, kann man bei jeder Voraussagung sich überzeugen, ob sie zutrifft oder nicht, und somit gegebenenfalls ihre Wahrheit feststellen.

Voraussagen können wir aber nur das, was wir naturgesetzlich erfaßt haben. Das Wort Naturgesetz ist hier in allgemeinstem Sinne zu nehmen und soll, von den Gesetzen der Mathematik bis zu denen des Seelen- und Völkerlebens, alles umfassen, was wir erleben können. Da das Auffinden und Aussprechen solcher Gesetze Sache der Wissenschaft und ihre Anwendung auf die Gestaltung künftiger Dinge Sache der Technik ist, so folgt: Wahrheit findet sich nur in der exakten Wissenschaft und durch sie, und sie wird von der Technik bestätigt. Die Gegner werden hier einwenden, daß die Wissenschaft erstens sehr oft geirrt hat und daß sie zweitens auf sehr viele Fragen keine Antwort zu geben vermag. Beides ist richtig, aber dazu ist folgendes zu sagen:

Wie alles Menschenwerk, ist auch dies jüngste und höchste Erzeugnis des menschlichen Geistes unvollkommen. Die Naturgesetze unterliegen daher beständig einer Verbesserung, um ihre Voraussagungen bestimmter und sicherer zu machen. Aus dem gleichen Grunde muß die Wissenschaft noch sehr viele Fragen unbeantwortet lassen und in sehr vielen Fällen auf die Erkennung der Zukunft zeitweilig verzichten. Dies gilt insbesondere für Fragen aus den oberen Wissenschaften von der Physiologie aufwärts. Aber die Geschichte der menschlichen Kultur lehrt uns, daß die Wissenschaft ein Schatz ist, der nur vermehrt, nicht aber vermindert werden kann, der vielmehr um so schneller wächst, je mehr man ihn in Anspruch nimmt. Was sie heute noch zweifelhaft oder unbeantwortet lassen muß, kann sie vielleicht schon morgen im Sinne der Wahrheit erledigen.

Zwar stoßen wir immer wieder auf ihre Grenzen; wir wissen aber aus tausendfältiger Erfahrung, daß diese Grenzen nicht starr sind, sondern sich durch menschliche Arbeit immer weiter hinausschieben lassen.

So macht jedes Erlebnis einer solchen Grenze uns nicht mut- und hoffnungslos, sondern es feuert uns umgekehrt an, gerade dieses Hindernis zu überwinden und damit der Menschheit ein Geschenk zu machen, das seinen Wert für alle Zeiten behält.

Hier kommt die vorher erwähnte grundsätzliche Verschiedenheit der Einstellung gegen den Nachweis von Irrtümern in der bisherigen Lehre zur Geltung. Die Offenbarung erträgt grundsätzlich nicht die kleinste Abweichung vom Kanon und muß alle Ketzerei als Verbrechen behandeln.

Mystik und Metaphysik verbieten gleichfalls jede Kritik, die zu einer Abweichung führen könnte, als eine Verletzung der Ehrfurcht, die sie für ihre Satzungen beanspruchen. Die Wissenschaft dagegen begrüßt jeden Nachweis, daß eines ihrer Gesetze unzulänglich ist und mit einer

Digitized by Google

Tatsache in Widerspruch steht, mit entgegenkommendem Interesse. Denn dies ist ein Zeichen dafür, daß ein neues, noch unbekanntes Gesetz an solcher Stelle wirksam ist, dessen Entdeckung hernach nur eine Frage der Arbeit und Zeit ist, und dessen Kenntnis ein um so sicheres Prophezeien möglich machen wird.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß diese Stellung nicht von allen Arbeitern in der Wissenschaft persönlich eingenommen wird, ja daß sie sich verhältnismäßig selten ganz rein vorfindet. Aber die vorhandenen Abweichungen werden als Mängel nicht nur von anderen, sondern von den damit Behafteten selbst empfunden, die sie zu verbergen oder zu entschuldigen bemüht sind. Grundsätzlich wird das Recht und die Pflicht zur Kritik als eine notwendige Voraussetzung aller wissenschaftlichen Arbeit anerkannt, und es gibt schlechterdings nichts, wovor sie Halt zu machen hätte.

Diese entgegengesetzte denkerische Stellung bewirkt auch entgegengesetzte Gefühlswirkungen. In meinen Knabenjahren schon wurden mir die beiden polaren Einstellungen zum Leben eingeprägt in den Gestalten der griechischen Philosophen: Demokrit, der lachende Philosoph, und Heraklit, der weinende. Warum der eine lachte und der andere weinte, wurde mir erst viel später klar. Demokrit war einer der sehr seltenen Naturforscher unter den Griechen. Er wußte, daß die Menschen sich aus tierischen Urahnen emporgearbeitet hatten und sah das goldene Zeitalter vor sich, den Urenkeln mehr und mehr erreichbar: Er konnte lachen; denn er hatte ja Gründe, ein Optimist zu sein. Heraklit sah dagegen das goldene Alter in ferner Vergangenheit. Er und alle Menschen mit ihm konnten sich nur davon entfernen. Er mußte Pessimist sein; denn alle Weisheit, die er den Menschen mitteilen mochte, konnte sie doch nicht besser und glücklicher machen. Deshalb drückte er auch seine Weisheiten in so unverständlicher Sprache aus, daß er der Dunkle genannt wurde und man ihn bis auf den heutigen Tag nicht verstanden hat. Ich glaube auch nicht, daß es der Mühe wert wäre, denn man hätte doch nur das davon, daß man auch weinen müßte.

Diese Einstellung ist bis heute in Geltung geblieben und wird für alle Zukunft in Geltung bleiben. Wir Priester der Zukunft sind immer heiter, selbst wenn wir noch so schwer gegen die Lasten der Vergangenheit zu arbeiten haben, wie eben jetzt. Wir wissen, daß uns anvertraut ist, die Zukunft zu schmieden, und wir wissen, daß wir sie letzten Endes besser, schöner, glücklicher machen werden, als die Vergangenheit es war. Wir haben das große Geheimnis entdeckt, daß schon die Arbeit daran glückbringend ist, so daß wir nicht nur auf die ferne Zukunft angewiesen sind, die nicht uns, sondern erst unseren Urenkeln das Glück bringen wird, sondern daß wir diese künftigen Werte schon auf unseren Tag diskontieren können, ohne die Nachkommen zu berauben. Viel-

Digitized by Google

mehr beschleunigen wir das kommende Glück; denn die Arbeit daran geht doppelt leicht und wirksam, wenn man Freude daran hat.

Goethe, einer der stärksten Propheten unsrer Zeit, hat seinen Faust durch alle Höhen und Tiefen des Daseins getrieben. Ob Gretchen oder Helena, ob Walpurgisnacht oder Kaiserhof: er hat alles schließlich leer gefunden. Nur ein Wunsch ist in ihm lebendig geblieben: der Energievergeudung der rohen Natur Einhalt zu tun. Er beschaut das Meer:

> Da herrschet Well' auf Welle kraftbegeistet,
> Zieht sich zurück, und es ist nichts geleistet.
> Was zur Verzweiflung mich beängstigen könnte!
> Zwecklose Kraft unbändiger Elemente!

So findet er als Wasserbauingenieur seinen Lebensinhalt: die Tat ist alles, nichts der Ruhm, und den Augenblick höchsten Glücks genießt er nicht am fertigen Werk, sondern im Hinblick auf die kommenden Menschen:

> Solch ein Gewimmel möcht' ich sehn,
> Auf freiem Grund mit freiem Volke stehn.

Die einfache Wahrheit, daß Ärger, Neid, Haß und wie alle diese Mißgefühle sonst noch heißen mögen, den Menschen nicht nur unglücklicher, sondern auch unwirksamer machen, daß sie im Kampf ums Dasein einen schweren Nachteil für jeden bedeuten, der sich von ihnen beherrschen läßt, kann man heute nicht dringlich genug aussprechen. Diese Mißgefühle sind ja nichts als üble Reste unsrer tierischen Vergangenheit. In der Natur herrscht Grausamkeit, Raub, Mord und Rache allgemein. Güte und Liebe, Gemeinschaftsgefühl und gegenseitige Hilfe sind langsam entwickelte menschliche Eigenschaften (wenn sie auch in der höheren Tierwelt in Spuren anzutreffen sind), und wir dürfen sie ebenso als technische Fortschritte preisen, wie etwa die Erfindung der Wind- und Wassermühlen im frühen Mittelalter. Wer hat die Sklaverei abgeschafft, die im Altertum allgemein, weil notwendig war? Nicht der Priester, nicht der Philosoph, nicht der Menschenfreund, sondern der Ingenieur; denn um das Mehl für das tägliche Brot mit den primitiven Mahlsteinen jener Zeit zu beschaffen, mußte ein Drittel aller Menschen sie unausgesetzt in Betrieb halten, wie das noch heute bei den afrikanischen Wilden beobachtet werden kann. Nur der Ingenieur war imstande, der Menschheit diese Sklavenarbeit abzunehmen und sie der Maschine zu überweisen, die sie ohne Mißgefühle ausführt.

Es war also durchaus keine bloß bildliche Redeweise, wenn ich jene ethischen Eigenschaften der Güte, die das menschliche Dasein friedlich, heiter, glücklich machen, als technische Errungenschaften bezeichnete. Was ist die Aufgabe des Ingenieurs? Die rohen Energien, die ihm die Umwelt liefert, für menschliche Zwecke umzuformen. Das Gesetz von

Digitized by Google

der Erhaltung der Energie begrenzt seine Möglichkeiten; niemals kann er mehr Energie herausbekommen, als er hineingesteckt hat. Tatsächlich bekommt er viel weniger, denn ein nie auszuschließender Anteil geht durch Reibungsverluste und ähnliches verloren. Seine ganze Kunst und Wissenschaft geht dahin, diese Verluste so klein zu machen, wie möglich. Darum ist beispielsweise beim Motor des Kraftwagens das Schmieröl, das keinerlei Arbeit leistet, ebenso wichtig, wie der Kraftstoff, der durch Verbrennen die Arbeit hergibt. Wenn es nicht vorhanden wäre, würde ein erheblicher Teil dieser Energie dem Zweck, den Wagen zu treiben, entzogen und in schädliche Wärme umgewandelt.

Ganz ebenso verhält es sich mit der Energiewandlung im menschlichen Körper, seinen Muskeln und seinem Gehirn. Er wird um so mehr nutzbare und glückbringende Arbeit leisten, je geringer er den Anteil der Reibung zu machen versteht, die alle Betätigung begleitet. Wenn der Direktor oder Meister seine Energie auf Knurren, Schelten, Schimpfen verwendet, so bleibt ein geringerer Rest für fruchtbringende Tätigkeit übrig, und je mehr der Arbeiter Freude an seiner Leistung hat, um so mehr leistet seine Energie: Ärger oder Haß machen ihn nur unglücklich; denn sie vermindern seine Leistung und zerstören die nächste Freude, die ein jeder Mensch hat, die Freude an sich selbst und seinem Werk.

Die Nutzanwendungen dieser Überlegungen auf unsere heutigen Verhältnisse liegen auf der Hand und ich brauche sie nicht weitläufig auszuspinnen. Wir Europäer stehen noch stark unter dem Einfluß der auf die Vergangenheit gerichteten weinenden Philosophen, daß es uns schwer fällt, die entscheidende technische Seite dieser Probleme zu sehen.

Den Amerikanern ist durch die Notwendigkeit ihrer jüngeren Vergangenheit, eine wilde und riesenhafte Umwelt zu bewältigen, das technische Denken so in Fleisch und Blut übergegangen, daß sie die ungeheure technische Bedeutung der Arbeitsfreude schon gut begriffen haben.

„Keep smiling" ist nur ein anderes Wort für „öle die Lager", d. h. vergeude keine Energie auf schädliche Reibung. Wir aber nehmen moralisch, was technisch ist, und machen uns viel unglücklicher, als wir zu sein brauchten.

Nun werfen wir, die Schmiede einer glückhaften Zukunft, zuletzt noch einen Blick auf die Ritter der Vergangenheit. Ich nenne sie Ritter und glaube hier ihre Zustimmung zu finden. Als Ritter leben sie für unerreichbare Ideale, müssen sie in einer Zeit leben, die in allem das Gegenteil dieser Ideale verwirklicht, und es besteht keine Hoffnung, daß es anders wird; denn ihre Reihen werden immer dünner und ihre Rüstung erweist sich immer unzulänglicher den neuen Kräften gegenüber, die sie nicht verstehen und daher hassen und verachten. Vergeblich verschanzen sie sich hinter dem Wort Kultur, die sie als ihnen allein gehörig in Anspruch nehmen, und der sie die Ergebnisse der exakten

Digitized by Google

Wissenschaften und die mit ihnen verbundene Technik als bloße Zivilisation entgegensetzen. Obwohl die Philologen in ihren Reihen stehen, haben sie anscheinend nicht bemerkt, daß das Wort Kultur Ackerbau bedeutet, also eine der primitivsten Industrien des Einzelmenschen, und daß Zivilisation von civis abstammt, was Bürger bedeutet und die soziale Beschaffenheit dieser Tätigkeit betont. Also mit der Wortbedeutung können wir Schmiede der Zukunft uns wohl zufrieden geben. Aber auch mit der Sache, wie sie sie meinen. Ihre Kultur ist im Wesen eine ästhetische Einstellung auf Grund einer hemmungslosen Verehrung für die Vergangenheit und einer freiwilligen Beschränkung auf deren Gedankenkreis. Unter Zivilisation verstehen sie dagegen die Gesamtheit der Werte, die auf der Gegenwart beruhen und in die Zukunft gerichtet sind. Was diese uns wert macht, nämlich das Bewußtsein, daß sie alles enthalten, was die Vergangenheit bis zur Gegenwart zur Erhöhung unsres Daseins hat beibringen können und daß sie damit das Beste und Höchste darstellen, was die Menschheit geleistet hat, ist eben, was die Zivilisation jenen so verhaßt macht. Nämlich, daß wir heutigen uns getrauen, besser zu machen, was die Alten nicht gut gekonnt hatten. Daß sie dabei unaufhaltsam dem Schicksal der alten Ritterwelt zugleiten, deren letzter aufrichtiger Vertreter der edle Ritter de la Mancha war, dessen Dame Dulzinea von Toboso von ihrer idealen Höhe niemals herabfallen konnte, weil sie überhaupt nicht existierte, sei nur flüchtig angedeutet.

Wir aber nehmen uns Goethes Wort zum Leitstern:

Wir stehen fest und schauen hier uns um;
Dem Tüchtigen ist diese Welt nicht stumm.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Die Entwicklung der provisorischen Bibliothek

Vorwort

Seit Eröffnung des Sammlungsbaues des Deutschen Museums hat die Museumsleitung wiederholt auf die Notwendigkeit des Studienbaues hingewiesen, dessen wesentlicher Bestandteil der Bibliothekbau sein soll. So konnte, kurz nachdem am 7. Mai 1928, dem 25. Jahrestag des Deutschen Museums, die letzte Abteilung des Sammlungsbaues eröffnet war, mit den Vorbereitungen zur Grundsteinlegung des Studienbaues begonnen werden, die am 4. September 1928 in Anwesenheit des Reichspräsidenten von Hindenburg in feierlicher Weise stattfand. Hierdurch wurde die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf den Studienbau und dann auch auf die Bibliothek des Museums hingelenkt; seitdem findet die bisher nur allzuwenig beachtete Bibliothek erhöhte Aufmerksamkeit.

München, im Februar 1930

Ludwig Hartmann

Digitized by Google

Als am 13. November 1906 die Sammlungen des Deutschen Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik im Nationalmuseum an der Maximilianstraße in München der Öffentlichkeit erschlossen wurden, wurde dort zugleich auch die Bibliothek eröffnet. Nach der Absicht der Museumsleitung sollte sie eine Präsenzbibliothek sein. Die Bücher sollten nicht aus dem Hause entliehen werden, sondern dem Leser zum augenblicklichen Gebrauch im Lesesaal zur Verfügung stehen. Ferner sollte sie im Gegensatz zu anderen Bibliotheken hauptsächlich den Bedürfnissen des Museums selbst und seiner Besucher angepaßt sein, und zwar in zweifacher Hinsicht: Wer die Sammlungen besichtigt und über ihre Bestände und Schätze einen Überblick gewonnen hat, der sollte in der Bibliothek reiche Gelegenheit finden, das Geschaute und innerlich Erlebte durch Studium des Schrifttums zu vertiefen. Wer aber die Sammlungen zu besuchen beabsichtigt, dem sollte wiederum in der Bücherei ein willkommenes Hilfsmittel dargeboten sein, um sich durch den Einblick in die einschlägige Literatur auf seine Wanderung durch die Sammlungsräume gründlich vorzubereiten. So bietet sich dem Studierenden wie dem Fachmann die beste Möglichkeit, sich über die Entwicklung und den Stand irgendeiner naturwissenschaftlichen oder technischen Frage in idealer Weise wissenschaftliche Aufschlüsse zu verschaffen. Aber auch der Nichtfachmann, der Handarbeiter, der Lehrling, der Geselle und der Meister hat hier Gelegenheit, in volkstümlicher und doch wissenschaftlich einwandfreier Weise über irgendeine Frage seines Schaffens- und Wirkungskreises selbsttätig Aufklärung einzuholen. Gerade diese Nebeneinanderschaltung von Sammlungen und Bibliothek, diese Vereinigung von Schauen und Schaffen, diese Verbindung von Praxis und Theorie ist der neue, reizvolle Gedanke, der das Deutsche Museum zu einem Forschungsinstitut für den Wissenschaftler, nicht minder aber auch zu einem Bildungsmittel für das werktätige Volk stempelt.

Nach den Richtlinien und Zielen der Museumsleitung sollte weiterhin der Schwerpunkt sowohl der Sammlungen als auch der Bibliothek in die Pflege der Geschichte und der geschichtlichen Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik gelegt werden. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß unsere heutige Naturwissenschaft und Technik in dem raschen Flug ihrer Entwicklung, der einen Fortschritt um den anderen, eine Entdeckung um die andere gebracht hat, nur wenig Zeit

Digitized by Google

gefunden hat, sich auf die geschichtlichen Zusammenhänge, auf die Darstellung des Gewordenen zu besinnen. Man scheint vergessen zu haben, daß die Gegenwart in der Vergangenheit wurzelt, daß die Denkart einer früheren Zeit Schätze birgt, die auch der neuzeitlichen Forschung Ziel und Richtung geben können. So wird es verständlich, daß die Quellen zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik über die ganze Welt zerstreut liegen, meistenteils unbekannt, größtenteils ungesichtet und undurchforscht. Wer aber möchte die Behauptung wagen, daß gerade die geschichtliche Erforschung und Klarlegung der Entwicklung dieser Gebiete für unser Geistesleben und unsere Gegenwartskultur nicht von der einschneidendsten Bedeutung wäre? Aus diesem Grunde betrachtet die Bibliothek des Deutschen Museums es als eine ihrer Hauptaufgaben, alles gewissenhaft und fachmännisch zu sammeln und aufzubewahren, was sich auf die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik im weitesten Sinne bezieht, selbstverständlich in erster Linie die Werke der schaffenden und führenden Geister der Vergangenheit. So wird von den technischen Wissenschaften die Brücke zu den Geisteswissenschaften geschlagen, so wird den weitesten Kreisen unseres Volkes das Verständnis für naturwissenschaftlich-technisches Denken vermittelt.

Indes ist die Museumsleitung trotz der eben dargelegten, der Entwicklung der Bücherei Ziel und Richtung gebenden Grundgedanken weit davon entfernt, die Bibliothek in ihrer gegenwärtigen Gestaltung als etwas Fertiges oder gar Vollendetes zu erblicken. Sie hat seinerzeit die provisorischen Sammlungen in dem alten Nationalmuseum an der Maximilianstraße als eine Studien- und Versuchsanstalt betrachtet, in der die großen Ideen zur Reife kamen, die wir heute im Sammlungsneubau verwirklicht sehen. Ein ganz ähnliches Verfahren wendet sie nun auch auf die provisorische Bibliothek an. Schon seit deren Bestehen sucht man mit Sorgfalt die Wünsche der Besucher zu erkunden und — um es gleich vorweg zu nehmen — nach bester Möglichkeit zu erfüllen. So ist die Auswahl von Sammel- und Nachschlagewerken, von Wörterbüchern, von Sonderwerken für die Handbibliothek des Lesesaales nach den hauptsächlichsten Bedürfnissen der Besucher getroffen worden. Der gleiche Gesichtspunkt ist maßgebend für die Auswahl der im Studiersaal aufliegenden Zeitschriften. In ein jederzeit bereitstehendes Wunschbuch kann der Besucher Anregungen, Ratschläge und Wünsche für Neuanschaffungen von Werken und Zeitschriften eintragen. Auch sonstige Vorschläge, die mit der Bibliothek in irgendeinem Zusammenhang stehen, nimmt die Museumsleitung jederzeit gerne schriftlich entgegen. Jeder Antrag wird genau geprüft und im Fall seiner Bewährung berücksichtigt. Sehr lehrreiche Erfahrungen sind für die Festlegung der Besuchs- und Öffnungszeiten der Bibliothek gesammelt worden. Indes beschränkte man diese Versuche nicht nur auf den Leserkreis, sondern

Digitized by Google

man dehnte sie auch auf den inneren Aufbau der Bücherei aus. Die günstigste Beschaffung von Büchern, die praktischste Anlage des Büchermagazins, die geeignetste Anordnung der Büchergestelle, die für den Leserkreis dienlichste Art der Kataloge stellte Aufgaben, die nach langer Arbeit, nach vielen tastenden Versuchen, nach manchem Irr- und Umweg eine reiche Fülle von Erfahrungen für die Einrichtung und den Betrieb im neuen Studienbau zeitigten.

In ihrer heutigen Gestalt zerfällt die Gesamtbibliothek des Deutschen Museums in den eigentlichen Büchereibestand, die Urkunden- und Handschriftensammlung, die Plansammlung, die Porträt- und Denkmünzensammlung, das Lichtbilderarchiv und endlich in die Patentschriftenbestände. Die Anhäufung dieses gewiß recht beträchtlichen und wertvollen Stoffes in der verhältnismäßig sehr kurzen Zeitspanne von kaum zwei Jahrzehnten verdankt man neben der zielbewußten Arbeit der Bibliotheksleitung gelegentlichen Ankäufen im großen, ganz besonders aber der hochherzigen Gesinnung edler Spender.

Ganze Büchereien von beträchtlichem Umfang und bedeutendem Werte über Geologie und Paläontologie, über Chemie und chemische Technologie und über Luftfahrt wurden geschenkt; ebenso 2000 kostbare Lichtbilder über die geschichtliche Entwicklung der Lokomotiven. Der Deutsche Forstverein stiftete die Bibliothek des verstorbenen ungarischen Land- und Forstwirtschaftsministers Petraschek, die in rund 2000 Bänden über Land- und Forstwirtschaft handelt; die Firma Zeiß, Jena, eine überaus große Zahl von englischen und amerikanischen Patentschriften; der Akademische Maschinen-Ingenieurverein sehr viele wertvolle Werke über Maschinen und Maschinenbau; die Badische Anilin- und Sodafabrik über Chemie. Viele andere Zuwendungen bestehen in Werken über Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, über Telegraphie und Telephonie, über Geodäsie, Technik, Färberei usw. Die Stiftungen der Verfasser und Verleger einzelner Werke, so bedeutungsvoll und hervorragend sie auch sein mögen, aufzuzählen, verbietet der zur Verfügung stehende Raum. Dagegen mag mit Genugtuung festgestellt werden, daß anläßlich der Grundsteinlegung zum Studienbau namhafte deutsche Verlagsanstalten sich verpflichtet haben, je ein Exemplar aller naturwissenschaftlichen Neuerscheinungen der Bibliothek des Deutschen Museums zu überlassen.

Ein Rundgang durch die einzelnen Abteilungen, die der Mehrzahl nach vorerst noch in der alten Isarkaserne an der Erhardtstraße untergebracht sind, bringt viel Bemerkenswertes und Interessantes.

Der gegenwärtige Bestand der eigentlichen Bücherei von über 100 000 Werken und etwa 850 laufenden Zeitschriften gibt die sichere

Digitized by Google

Gewähr dafür, daß sie geeignet ist, der Grundstock einer umfassenden Zentralbibliothek der gesamten Naturwissenschaften und Technik zu sein. Wir treffen Altes und Neues, Gesamtwerke, Einzelschriften und periodische Veröffentlichungen.

Als Werke von hervorragend geschichtlichem Werte seien angeführt:

Ottonis de Guericke: Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio. Amstelodami 1672.

Athanasii Kircheri: Musurgia universalis seu ars magna consoni et dissoni. Romae 1650.

Athanasii Kircheri: Phonurgia nova sive conjugium mechanico-physicum artis et naturae paranympha phonosophia concinnatum. Campidonae 1673.

Christophori Scheiner: Pantographice seu ars delineandi. Romae 1631.

Galilaei Galilaei: Systema cosmicum. Lugduni Batavorum 1699.

Galilaei Galilaei: Discursus et demonstrationes mathematicae. Lugduni Batavorum 1699.

Galileo Galilei: Le operazioni del compasso geometrico et militare. Padova 1649.

Johannis Hevelii: Selenographia sive lunae descriptio. Gedani 1647.

Georgii Agricolae: De re metallica libri XII. Basileae 1556.

Tychonis Brahe Dani: Epistolarum astronomicarum libri. Francofurti 1610.

Cosmographia Petri Apiani. Antverpiae 1584.

Instrument Buch durch Petrum Apianum erst von new beschriben. Ingolstadii 1533.

Euclidis elementorum libri XV. Graece et latine. Lutetiae 1557.

Nicolai Copernici: De revolutionibus orbium coelestium libri VI. Basileae 1566.

Adam Ris auch Rise genannt: Rechenung auff der linihen. Ingolstadt 1527.

Des Albertus Magnus libri octo physicorum sind in einer äußerst wertvollen Pergamenthandschrift mit feinen roten und schwarzen Buchstaben geschrieben, die etwa aus dem Jahre 1225 stammen dürfte, vorhanden. Der Arzt und Physiker Ingenhouss endlich ist mit 4 Bänden, in Originalhandschrift, vertreten.

Lückenlos enthält die Bücherei die langen stattlichen Reihen von Poggendorffs: Annalen der Physik — eine höchst wertvolle Stiftung von Zeiß in Jena — von Liebigs: Annalen der Chemie und Pharmazie, von Schweiggers: Jahrbuch der Physik und Chemie, von

Digitized by Google

Dinglers polytechnischem Journal von 1820 bis heute, von Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen von 1877 bis heute.

Über den Rahmen der Fachzeitschriften hinaus stehen dem Besucher eine Anzahl von allgemein interessierenden Zeitschriften zur Verfügung, von denen nur hervorgehoben sei die „Leipziger Illustrierte Zeitschrift" von 1843 bis heute.

Wer möchte anbetrachts solcher Schätze zweifeln, daß die Bibliothek schon in ihrem heutigen Umfange die geschichtlichen Arbeiten in aus-

Abb. 1. Büchermagazin

gedehntestem Maße zu wecken und zu fördern imstande ist. Zahlreiche Werke tragen den Stiftungsvermerk bedeutender, hervorragender Männer. So haben beispielsweise eigenhändige Widmungen eingezeichnet der Ingenieur Rudolph Diesel in sein bekanntes Buch: Die Entstehung des Dieselmotors; Ingenieur Eiffel, der Erbauer des Eiffelturms in Paris, in sein zweibändiges Werk: La tour de trois cents mètres; Geheimrat Georg Kerschensteiner in alle von ihm verfaßten und gestifteten Veröffentlichungen über Pädagogik.

Digitized by Google

Das Magazin der gesamten Bücherei, Abb. 1, unter dem Lesesaal gelegen, ist 55 m lang, 11 m breit; die dort untergebrachten Gestelle würden, unmittelbar aneinandergefügt, die beachtenswerte Länge von 4000 m ergeben.

Der Erschließung der Bücherbestände dienen sechs sorgfältig auf die Bedürfnisse auch des einfachen Mannes durchgearbeitete, handschrift-

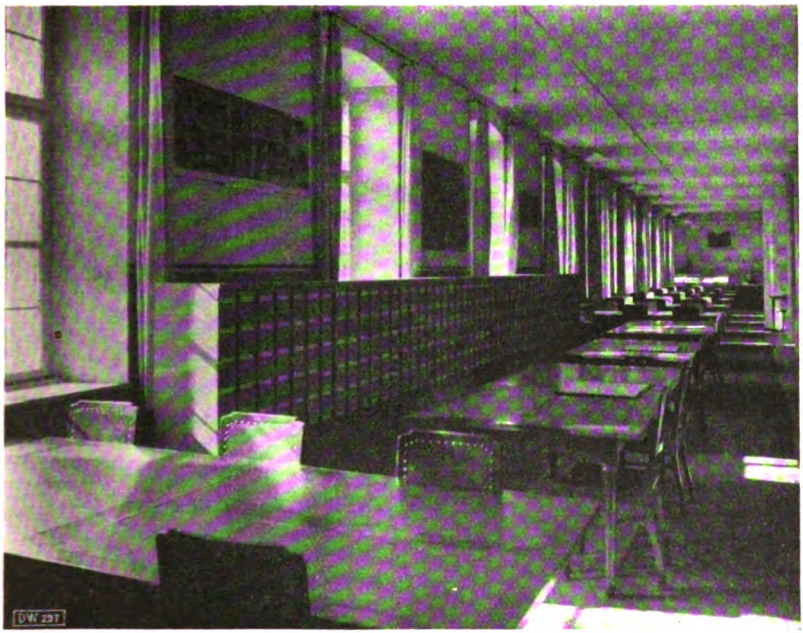


Abb. 2. Lesesaal,
vorn der Fachwort-Katalog, im Hintergrund die Kleiderablage

lich verfertigte Zettelkataloge, Abb. 2 bis 4. Der Verfasser- bzw. Namenkatalog mit rund 100 000 Karten führt die Namen sämtlicher Autoren auf. Der Gruppenkatalog, dessen Systematik durch jenen des Deutschen Patentamtes Berlin maßgebend beeinflußt wurde, gliedert den gesamten Bücherbestand nach 27 Hauptgruppen; die wichtigsten davon sind: Mathematik, Physik und Meteorologie, Mechanik, Chemie, Maschinenbauwesen, Elektrotechnik, Schiffbau, Luftfahrt, Berg-, Hütten- und Salinenwesen, mechanische und chemische Technologie, Land- und Forstwirtschaft, Zeit-

Digitized by Google

schriften usf. Jede dieser 27 Hauptgruppen ist wiederum in Untergruppen unterteilt, deren Zahl sich heute bereits auf etwa 3000 beläuft. Der Hauptkatalog für den Leser ist der Schlagwortkatalog mit rund 200 000 Karten. In ihm finden wir den gesamten vorhandenen Buch- und Zeitschrifteninhalt nach Schlagworten geordnet und gesichtet. Der Besucher braucht weder Verfasser, noch Titel oder Namen eines Buches zu kennen; gänzlich unvorbereitet tritt er an den Schlagwortkatalog und

Abb. 3. Lesesaal,
vorn die Zeitschriften, im Hintergrund die Plansammlung

findet ohne Schwierigkeit die einschlägige Literatur bzw. Hinweise auf die für ihn und seine Wünsche in Betracht kommenden Gruppen oder Objekte. In dieser Einrichtung ist dem in der Fachliteratur unbewanderten Manne aus dem Volke ein geradezu unentbehrliches, ideales Hilfsmittel zur Orientierung an die Hand gegeben. Der Katalog ist eine Schöpfung des verdienten Bibliothekverwalters Adolf Moshammer, der in 15jähriger unermüdlicher Arbeit nicht nur die Buchliteratur, sondern auch alle Sammelwerke und Zeitschriften der

Digitized by Google

Bibliothek durchgearbeitet und ausgezogen hat. Neben diesem Hauptkatalog steht dem Leser als besonderes Hilfsmittel eine biographische Kartothek mit rund 20 000 Nummern zur Verfügung, die nicht nur alle selbständigen biographischen Werke enthält, sondern ebenfalls wieder

Abb. 4. Zeitschriftensaal mit Buchbinderei

Hinweise auf Zeitschriften und Auszüge aus Büchern und Monographien bringt. Ein alphabetischer Zettelkatalog umfaßt alles im Magazin, im Lesesaal und in der Dublettensammlung Vorhandene und dient zugleich als druckfertiges Manuskript für einen eventuell herzustellenden gedruckten alphabetischen Katalog — ähnlich jenem vom Jahre 1907, der

Digitized by Google

aber heute bei dem durch die vielen Zugänge und Neuerwerbungen inzwischen gewaltig angeschwollenen Stoff naturgemäß überholt ist. Als Besonderheit sei endlich der seit dem 1. Oktober 1927 im Entstehen begriffene technische Gedenktage-Kalender erwähnt. Er zählt schon jetzt 7785 Karten, auf denen sich aus Kalendern, Biographien und Zeitschriften geschöpfte wichtige Daten der Technik und Naturwissenschaft, in dieses Gebiet fallende Ereignisse, Geburts-, Sterbe-, und sonstige Lebensdaten von Forschern und Gelehrten zusammengestellt und aufgezeichnet finden.

Die Urkundensammlung enthält jetzt schon überaus wertvolle Schätze: Briefe, Handschriften, Vorlesungshefte als kostbare Reliquien und pietätvolle Erinnerungen an hervorragende und führende Männer der Naturwissenschaften und Technik — jedes Exemplar in besonderem Umschlage, auf dem der Verfasser, die kurze Inhaltsangabe, der Adressat, der Gegenstand und die Datierung vermerkt sind. Wir finden hier — um nur einiges herauszugreifen — den Briefwechsel Caros mit den bedeutendsten zeitgenössischen Chemikern, die ersten brieflichen Nachrichten Robert Mayers über seine Berechnung und Auffindung des Arbeitswertes der Wärmeeinheit, die Originaldiagramme und Originalberechnungen Rudolf Diesels über den von ihm gebauten Dieselmotor, den vollständigen Briefwechsel zwischen Eilhard Mitscherlich und Berzelius, Vorlesungshefte von Redtenbacher und Clausius, Handschriften von Fraunhofer, den umfangreichen schriftlichen Nachlaß von Georg Reichenbach mit vielen Handskizzen über seine bahnbrechenden Erfindungen und seine in England angestellten Studien — ein Quellenmaterial allerersten Ranges, aus dem W. von Dyck bei Abfassung seines Werkes über Reichenbach geschöpft hat. Sehr zahlreich vertreten sind auch Ohmsche Handschriften. Es ist beabsichtigt, diese Sammlung besonders großzügig auszubauen und zu ergänzen. Gerade die Urkunden- und Handschriftensammlung soll in erster Linie zu einem Feld und zu einer Fundgrube für die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik erweitert und vertieft werden, wo der Gelehrte und Forscher nach Schätzen gräbt, um sie als allerbestes Quellenmaterial der wissenschaftlichen Erkenntnis zu erschließen.

Die Plansammlung, Abb. 5, könnte man ein Archiv von teils ausgeführten, teils geplanten Werken der Technik nennen. In ihren Grundgedanken sowohl als in ihrer Ausgestaltung ist sie ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Praktiker, sei er Ingenieur, Industrieller oder Erfinder. Der Architekt, der ein Bauwerk schaffen will, der Ingenieur, der eine Maschine bauen will, der Industrielle, der eine Fabrik erstehen lassen will, der Elektrotechniker, der eine elektrische Zentrale errichten will — sie

Digitized by Google

alle benötigen Belehrungs- und Anschauungsmittel, Vorbilder, Grundlagen. Es ist nun einmal im menschlichen, wie im technischen und wissenschaftlichen Leben so, daß einer auf des anderen Schultern steht. In der Plansammlung soll sich ein jeder — so ist es von der Bibliotheks- und

Abb. 5. Plansammlung in Rollen und Schränken

Museumsleitung beabsichtigt und gedacht — an Hand von Plänen, Werkzeichnungen, Voranschlägen, Berechnungen, Rat und Muster einholen können, um die hier niedergelegten Erfahrungen unmittelbar zu seinem geistigen Eigentum zu gestalten. Und wahrlich, welch ein Riesenstoff ist hier jetzt schon angehäuft. In 40 Gruppen enthält die Plansammlung

Digitized by Google

Entwürfe und Pläne von Maschinen und maschinellen Anlagen, von Apparaten und Instrumenten, von Hoch- und Tiefbauten aller Art. Wertvolle Holzschnitte, Kupferstiche und sonstige Darstellungen nennt sie ihr Eigentum. Hervorgehoben seien die Originalpläne der berühmten Wassersäulenmaschine von Georg Reichenbach, der ersten Schnellpresse von König, die Sammlung von Entwürfen über städtische Wasserversorgung und Kanalisation von William Lindley, die Originalzeichnungen von Otto Lilienthal, die Originalpläne der Flugzeuge von Rumpler, der gesamte Nachlaß Schnorr von Carolsfelds über Eisenbahnbau, Pläne der Bergakademie Berlin und Freiberg, die das Gebiet des Berg- und Hüttenwesens betreffen, Originalpläne für Heizanlagen von Professor Junkers, ebensolche für Brücken- und Schiffbau aus der Gutehoffnungshütte. Von kaum geringerer Bedeutung sind die Konstruktionspläne deutscher Kriegsschiffe aus dem Reichsmarineamt Berlin, Originalzeichnungen der ersten Zoelly-Turbine, rund 1000 Flugzeugkonstruktionen des Flugzeugbaues Zeppelin-Staaken, gestiftet von Graf Brandenstein Zeppelin, Originale des preisgekrönten Schiffseisenbahnprojektes über den Donau-Oder-Kanal und noch vieles andere. Sechs große Zeichnungstische erleichtern dem Besucher die Benützung und das Studium des gewaltigen, hier aufgestapelten Stoffes, der nach Umfang und Inhalt im neuen Studiengebäude noch weiteren Zuwachs erfahren soll.

Den Ehrensaal des Deutschen Museums mit seinen marmorverkleideten Wänden, seinem blanken, goldgelben Parkett, seiner mächtig sich weitenden Decke, mit dem farbenreichen, den raschen Fortschritt der Naturwissenschaften und Technik symbolisch darstellenden Gemälde, mit seinen hohen Flügeltüren, mit seiner vornehmen Ausstattung und der mystisch dem ganzen Raum sich überlagernden Weihe, möchte man mit Recht als eine Walhalla, als eine prächtige, würdige Ruhmeshalle der ganz Großen im Reiche der Naturforschung und Technik bezeichnen, die dort durch Bild oder Büste vertreten sind. Nicht minder enthalten auch die Sammlungsräume Denkmäler und Bilder von Männern, die Bedeutendes im Erkennen der Natur und ihrer Gesetze geleistet haben. Gleichsam eine Ergänzung und Erweiterung hierzu ist die Porträtsammlung mit eigenem Katalog, die im Bibliotheksgebäude untergebracht ist. Sie bewahrt, besonders bereichert durch die Stiftung eines Würzburger Professors der Botanik, gegenwärtig etwa 5600 Bildnisse und Photographien von solchen Männern und Frauen, die auf die Technik im weitesten Sinne des Wortes einen bestimmenden Einfluß ausgeübt haben.

Die Denkmünzensammlung ferner, herausgewachsen aus dem Nachlaß des Ministerialdirektors Richard von Reverdy, erinnert den

Digitized by Google

Beschauer an wichtige, bemerkenswerte technische Ereignisse und an Forscher und Bahnbrecher auf naturwissenschaftlichem Gebiete.

Das Lichtbilder- und Filmarchiv endlich, zu dem durch eine Schenkung von 10 000 Projektionsbildern der Grund gelegt wurde, soll später durch Verleihung von Diapositiven und kinematographischen Aufnahmen

Abb. 6. Patentschriften-Abteilung

an Körperschaften, Vereine und Schulen, technische und naturwissenschaftliche Bildung verbreiten und vermitteln.

In mächtigen Glasschränken stehen in der Patentschriftenabteilung, Abb. 6, die Patentschriften in langen Reihen, Band an Band, Jahrgang für Jahrgang, genau und peinlich geordnet. Vor allem selbstverständlich die deutschen, gestiftet vom Deutschen Reichspatentamt Berlin, samt

Digitized by Google

allen dazugehörigen Ergänzungen und Nachschlagewerken. Aber auch außerdeutsche und ausländische Patentschriften sind vertreten: Die schweizerische Patentliste des eidgenössischen Amtes Bern für geistiges Eigentum vom Jahre 1900 bis zur Gegenwart; die österreichischen Patente vom 1. Band des Jahres 1899 an bis jetzt, herausgegeben vom Österreichischen Patentamt in Wien; die amerikanischen vom Jahre 1900 bis 1917, überwiesen von der Firma Zeiß in Jena; sowie schließlich die englischen vom Jahre 1905 bis 1913, gestiftet vom Patent Office London.

Leider hat der den Musen stets abholde Krieg den Ausbau gehemmt; hoffentlich gelingt es durch verständnisvolle Zusammenarbeit aller maßgebenden Stellen recht bald, die Patentschriftensammlung zu einer möglichst vollständigen Sammlung aller Patentschriften der Welt auszugestalten, ein reiches und dankbares Feld für hochsinnige Gönner und Freunde des Deutschen Museums.

Es mag vielleicht erwünscht erscheinen, einige Mitteilungen über den gegenwärtigen materiellen Wert der Bibliothek, sowie einige Angaben über die Betriebstatistik zu erfahren. Der Wert des gesamten Bücher- und Zeitschriftenbestandes dürfte zur Zeit bei vorsichtiger Schätzung auf mindestens 650 000 RM, der Patentschriften auf rund 250 000 RM zu veranschlagen sein. Die Plansammlung könnte man mit etwa 120 000 RM bewerten, die Porträtsammlung mit 12 000 RM, die Urkundensammlung vielleicht mit 150 000 RM, die Denkmünzensammlung und das Lichtbilder- und Filmarchiv mit je 20 000 RM, so daß der Gesamtwert der Bibliothek sich auf nahezu 1,25 Mill. RM belaufen dürfte, wenngleich dieser Betrag sicher nur als unterste Grenze zu gelten hat.

Welchen Gebrauch hat die Öffentlichkeit von diesem Millionenwert gemacht? Die Betriebstatistik des abgelaufenen Jahres gibt darüber lehrreiche Aufschlüsse. In der Zeit vom 1. April 1928 bis 31. März 1929 wurde der Lesesaal von 10 426 Personen besucht. An Büchern wurden ausgegeben 34 138, an Zeitschriften 45 667, an Patentschriften 13 577. Die Plansammlung wurde von 1431 Interessenten zu Rate gezogen, die vorhandenen 12 000 Firmenkataloge endlich wurden von 4835 Lesern benutzt. Wieviel Förderung und geistigen Fortschritt, wieviel Wissen und Belehrung die Besucher daraus geschöpft haben, das läßt sich freilich nicht messen und zählen und wägen, das kann sich nur zeigen in der Hebung und Steigerung des Bildungsgrades und Kulturzustandes unseres Volkes.

Dem deutschen Volke aber entspringt daraus die Verpflichtung, das Deutsche Museum und seine Bibliothek nach jeder Hinsicht zu pflegen und zu fördern. Ohne Zweifel liegen, um nur eines anzudeuten, noch manche Schätze an Büchern, Urkunden, Plänen, Briefen und

Digitized by Google

Handschriften bedeutender Männer, die für die Naturwissenschaften und Technik wichtig und wertvoll sind, allenthalben unbeachtet und zerstreut an vielen Stellen. Sie unmittelbar durch Schenkung oder mittelbar durch Hinweise auf ihr Vorhandensein dem Deutschen Museum, als der hierfür hauptsächlich in Betracht kommenden Stelle für Prüfung und Bewertung zuzuführen, würde eine dankenswerte Tat sein.

Möge dieses einzigartige Institut, diese weite Stätte der Volksbildung und Belehrung stets weiter wachsen, blühen und gedeihen. Mögen die unermeßlichen geistigen Schätze des Deutschen Museums und seiner Bibliothek ein Gemeingut des ganzen deutschen Volkes, seiner Jugend und seiner künftigen Geschlechter werden.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Digitized by Google

SCHRIFTENREIHE DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

JAHRGANG 1929

Heft 1
Wege und Ziele des Deutschen Museums
von W. von Dyck. DIN A 5, II/30 Seiten mit 2 Abbildungen

Heft 2
Heinrich Hertz
von J. Zenneck. DIN A 5, II/36 Seiten mit 13 Abbildungen

Heft 3
Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst
von E. Treptow. DIN A 5, IV/48 Seiten mit 42 Abbildungen

Heft 4
Der Weg des Geistes in der Technik
von L. Erhard. DIN A 5, IV/30 Seiten mit 33 Abbildungen und 2 Übersichtstafeln

Heft 5
Technische Museen als Stätten der Volksbelehrung
von O. von Miller. DIN A 5, II/27 Seiten mit 11 Abbildungen

Heft 6
Geschichte der Photographie
von E. Stenger. DIN A 5, VI/44 Seiten mit 15 Abbildungen

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet einzeln RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

DURCH JEDE BUCHHANDLUNG ZU BEZIEHEN!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Bal L Munich

APR 6 1936

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

DER EHRENSAAL DES DEUTSCHEN MUSEUMS

VON

W. EXNER

1930

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. d. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 2

DER EHRENSAAL DES DEUTSCHEN MUSEUMS

VON

W. EXNER

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Die Bildnisse dieses Heftes wurden der Denkschrift „Das deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele“ entnommen

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1930 by VDI Verlag G.m.b.H. Berlin NW 7

Digitized by Google

Der Ehrensaal des Deutschen Museums in München

Von W. Exner

Der Begründer des Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik, Oskar v. Miller, hatte schon bei der Vorbereitung der ersten Anfänge dieses großen Unternehmens und weiterhin bei der provisorischen Aufstellung von Bestandteilen der reichen Sammlungen im alten Nationalmuseum und in der Reiterkaserne darauf Bedacht genommen, nicht bloß die Zeugnisse der Schaffenskraft der bedeutendsten Männer zu erwerben und in lehrreicher Weise vorzuführen, sondern auch in irgendeiner Form die Persönlichkeit der Heroen der Wissenschaft, ihre äußere Erscheinung vor die Augen der Besucher des Museums hinzustellen, entweder als Monumente oder als Bildnisse.

Bei den Vorbesprechungen, die Oskar von Miller mit Gabriel von Seidl, dem Architekten des Deutschen Museums, über die Pläne für den großen Neubau führte, wurde von ihm die Schaffung eines Ehrensaales in einem bevorzugten Teile des Gebäudes gefordert. Diesem Wunsche wurde in der glücklichsten Weise Rechnung getragen, und in dem eindrucksvollen Raume sind die Denkmäler der Naturforscher, der Ingenieure und Industriellen versammelt worden. Auch der Vorraum zu diesem Saal diente zur Aufnahme einiger Denkmäler.

Bevor in die Einzelschilderung des Ehrensaales eingegangen wird, dürfte es angemessen sein, einige allgemeine Betrachtungen über den Wert von Denkmälern und die durch sie zu erzielenden Wirkungen anzustellen, obwohl die Idee der Schaffung von Monumenten in einem zu diesem Zwecke errichteten Gebäude kaum der Begründung oder einer Erörterung bedarf. Auch schon bestehende dem Kultus oder anderen Zwecken dienende Prachtbauten können zur Aufnahme von Denkmälern geschichtlich bedeutender oder den Ruhm der Nation begründender Personen verwendet werden. Für den ersteren Fall dient die Bezeichnung Pantheon, wie jenes in Paris, als ein Beispiel des letzteren Falles sei auf die Westminster Abtei in London hingewiesen, wo überdies die berühmte nationale Porträtgalerie besteht, die ein Lehrinstitut für Großbritannien und einen Anziehungspunkt für die Besucher der Weltstadt bildet.

In der Kuratoriumssitzung des Technischen Museums für Industrie und Gewerbe in Wien, veranstaltet zu Ehren der Gäste aus Deutschland

Digitized by Google

am 21. Oktober 1917, erörterte ich die „Denkmalspolitik" vom Standpunkt der angewandten Naturwissenschaften und führte dabei folgendes aus: „Bei Fragen der Kulturgeschichte und des Kunstlebens unseres Volkes ist uns ein Führer von größter Zuverlässigkeit unschätzbar. Ich erkenne als solchen den Professor Dr. von Harnack, der am 6. Februar 1917 in der Königlichen Residenz in München einen Vortrag „Über die Sicherheit und die Grenzen geschichtlicher Erkenntnis" hielt. Ich will aus dieser herrlichen Rede einen Satz besonders hervorheben: „Geschichte als Erkenntnis und Wissenschaft ist nichts anderes, kann und darf auch nichts anderes sein als der große Unterbau der Politik. Nehmen Sie aber dieses Wort „Politik" im denkbar weitesten Sinn, nach welchem es das zweckvolle Handeln überhaupt bedeutet, mag es sich nun auf den Staat, die Kirche, die Kunst, die Wissenschaft oder die Technik beziehen." Nach dieser zweifellos richtigen Definition des Begriffes „Politik" kann es auch eine Denkmalpolitik geben. Zweckvolles Handeln muß durch Grundsätze geleitet werden, und auch diese sollen der gedankenreichen Rede Harnacks entnommen werden: „Nur die Wissenschaft hat ein Recht zu existieren, die ein Werdendes vorbereitet; sonst ist sie ein überflüssiger und schädlicher Lebensgenuß, der der notwendigen Arbeit edle Kräfte entzieht. Zum Handeln ist der Mensch auf der Welt, nicht zum Betrachten!"

Daraus würde zu folgern sein, daß unsererseits nur diejenigen Forscher, Erfinder und Entdecker durch Denkmäler zu ehren sein würden, die dieser Forderung entsprechen. Die Entscheidung hierüber fällt die Geschichte, deren Aufgabe es ist, für jede Epoche nachzuweisen, welche Kräfte in ihr wirksam waren, in welcher Richtung sie gingen und welchen Arbeitsertrag der Zeitabschnitt brachte: Kräfte, Leistung, Richtung sind das Entscheidende. „Überall muß eine persönliche Kraft gewesen sein, wo ein Neues geschaffen und der Widerstand der stumpfen Welt besiegt worden ist. Hieraus ergibt sich aber auch, worin wir die Bedeutung der großen Männer in der Geschichte zu suchen haben — einzig in ihrem Werke und seiner lebendigen Kraft. Ihr Werk, das ist es, was sie waren und sind, und in diesem Sinne stehen sie so sicher am Himmel der Geschichte wie die Sonne, unerschütterlich und deutlich, einerlei, ob wir sonst viel oder wenig von ihrem Leben wissen. Daraus folgt aber auch, worauf wir in der Geschichte unsere Forschung in bezug auf die Großen zu richten haben — einzig auf ihre Bedeutung als Faktor in der Entwicklung und auf nichts anderes. So müssen wir verfahren, weil ein jeder von der Nachwelt verlangen kann, zunächst nach seinem Werk beurteilt zu werden, und weil nur in diesen Grenzen zuverlässige Erkenntnis erzielt werden kann. Je strenger man sich in der Geschichtschreibung an diese Grenze bindet, um so allgemeingültiger wird ihr Urteil sein. Aber wo bleibt die Motivforschung, wo bleiben die Untersuchungen über die Seelenzustände des Helden, wo seine Entwicklung und sein Werden, wo

Digitized by Google

die sich kreuzenden Spannungen in seinem Wirken? Das alles gehört nicht in die Geschichte; es gehört in die Biographie. Geschichte und Biographie sind wohl zusammenhängende, aber verschiedene Aufgaben. Der Biograph muß zwar auch in erster Linie Historiker sein, aber für ihn ist es ebenso notwendig, Psychologe und Künstler zu sein. Das Gemälde, welches er entwirft, ist ein Seelengemälde, ähnlich dem des Romandichters, nur daß er sich an den gegebenen Stoff zu halten hat. Es gibt vielleicht nichts Bildenderes und Erhebenderes als eine gute Biographie; aber in das strenge Liniengefüge der Geschichte läßt sie sich nicht einfügen, weil die Motiv- und Seelenforschung nicht nur die Sicherheit der Geschichte bedroht, sondern auch ihre eigentliche Aufgabe. Das große geschichtliche Werk, welches „Das Deutsche Museum" darstellt, ist das beste Rüstzeug, das die Technik von der Geschichte zu empfangen vermochte. Möge es in dem Sinne benutzt werden und Frucht schaffen, in welchem der hohe Geist geschichtlicher Erkenntnis wirkt — das überlebte Vergangene abzustoßen, die Gegenwart zu bereichern und das Werdende vorzubereiten, das heißt eine in der Technik noch stärkere deutsche Zukunft! Möge dieses Museum aber auch die Verehrung der großen Männer in Kraft erhalten, deren Geist und Arbeit jeglicher Fortschritt verdankt wird! Persönlichkeit und Idee. Institution und Lebensweisheit auch in der Technik!"

Harnack stellt somit dem Deutschen Museum direkt die Aufgabe, die großen Männer der angewandten Naturwissenschaft und der Technik zu ehren, eine Aufgabe, die Oskar von Miller, wie gesagt, schon bei Begründung des Museums im Auge hatte. Dies beweist die Aufstellung von Denkmälern schon bei den provisorischen Einrichtungen."

In dem Vortrag, auf den ich mich soeben bezog, um an die Rede des Historikers Harnack zu erinnern, wurde auch versucht, eine Übersicht darüber zu liefern, was in den einzelnen Kulturländern, Frankreich, England, Belgien, Dänemark usw., besonders aber Deutschland und Österreich, in der Richtung der Denkmalpolitik tatsächlich geleistet wurde, mit der Einschränkung auf unsere Aufgabe, hervorragende Vertreter der Naturwissenschaft und der Technik, sowie auch der angewandten Technik, das ist der Industrie, zu ehren.

Es gab eine Zeit, wo man mit der Errichtung von Denkmälern besonders auf die Jugend Einfluß zu nehmen gedachte und für die Errichtung von Denkmälern mit der Begeisterung rechnete, die die Verehrung und Hochschätzung von Heroen der Wissenschaft bei den Gebildeten der zivilisierten Völker auslöste. Gegenwärtig, in der Nachkriegszeit, die unter den furchtbaren Folgen des entsetzlichen Völkerringens bei allen beteiligten Mächten fortwirkt und noch lange fortwirken wird, kann man ernsthaft kaum mehr mit diesen idealen Momenten rechnen und muß seine Erwartungen bezüglich der Wirkung von Denkmälern wesentlich einschränken.

Digitized by Google

Die auf öffentlichen Plätzen, Straßen und in Parks aufgestellten Werke aus Marmor und Bronze wirken, wie sich jeder Beobachter täglich überzeugen kann, um so weniger fesselnd auf die Menge, deren Weg über diese offenen Plätze führt, je mehr die Schnelligkeit und der Umfang des Verkehrs gesteigert werden. Die Zahl der Fußgänger wird immer kleiner im Vergleich zu der Zahl der Personen, die ihren Weg in Fahrzeugen zurücklegen, und die ersteren werden in der überwiegenden Mehrzahl dazu gedrängt, möglichst rasch ihr Ziel zu erreichen, mit flüchtigem Schritt an den Standbildern vorüberzueilen. Sie werden keines Blickes gewürdigt. Ich selbst habe mich von jeher für Monumente interessiert, und wie das schon geht, befinden sich unter den Hunderten von Denkmälern, die ich beachten konnte, besondere Lieblinge, denen ich gelegentlich auch Besuche abstattete. Zu diesen gehört in allererster Reihe das Standbild, das der Erinnerung an den großen bahnbrechenden Chemiker Lavoisier in Paris gewidmet ist. Es steht auf dem Platze hinter der im griechischen Stile in riesigen Abmessungen erbauten Kirche, die Madeleine genannt. Dieses große schöne Denkmal ist tagsüber umgeben von Freiluftmärkten, besonders von dem sehr bekannten und stark besuchten Blumenmarkt. Wie oft erfreute ich mich sowohl an dem Standbild selbst wie an den dort angebrachten Reliefs, die die großen Entdeckungen Lavoisiers versinnbildlichen. Aber ich war stets bei dieser Betrachtung allein und ich bemerkte nie, daß außer mir jemand von diesem gelungenen Werke Notiz nahm. Ein Denkmal, dessen Errichtung wohl begründet ist, regt auch zu historischen Gedankengängen an und erfreut ebenso sehr den Unterrichteten wie den Laien, aber vor allem muß es den Beschauer festhalten. Ein Monument kann aber auch bewußt oder unbewußt irreführend wirken, so z. B. das von Claude Chappe am Boulevard St. Germain in Paris, das die Aufschrift trägt „Erfinder der Telegraphie", gemeint ist damit aber nur die optische Telegraphie, wie dies auch bei näherem Zusehen aus dem Standbild hervorgeht. Das Deutsche Museum bewahrt aber eine naturwissenschaftliche Errungenschaft in dem elektrolytischen Apparat Sömmerings, der mit diesem Behelfe Fernmeldungen zustande brachte. Die Physikalische Gesellschaft in Frankfurt am Main widmete die diese Erfindung darstellenden Gegenstände dem Deutschen Museum. Sie wurden einst dem großen Napoleon vorgeführt, der die Sache mit der Bemerkung erledigte: „C'est une phantaisie allemande!" Immer mehr festigt sich die Überzeugung, daß nur die ganz großen Denkmäler, die den Verkehr der Fußgänger oder gar die Linienführung der Straßenbahnen stören, Aussicht auf Beachtung haben. Mit Ausnahme von vereinzelten Fällen haben nur jene Denkmäler eine Existenzberechtigung und die Sicherheit für ihre Wirkung, die in geschlossenen, dem Studium, der Erhebung und Erholung gewidmeten Gebäuden und Räumen untergebracht sind, oder in Galerien, deren Inhalt überhaupt nur aus Standbildern besteht.

Digitized by Google

Aus dieser Betrachtung folgt, daß der Ehren- und Bildersaal des Deutschen Museums eine in Beziehung auf sein Ziel richtig erdachte und gesicherte Daseinsberechtigung hat. Das Motto, das für das Technische Museum in Wien ersonnen wurde, „Den Vorfahren zur Ehr, der Jugend zur Lehr", könnte auch, und zwar mit besonderer Berechtigung, auf den Ehrensaal des Deutschen Museums in München angewendet werden. Es kann keinen Urteilsfähigen überraschen, daß die zeitgenössische Literatur einhellig und die Tausende von Besuchern des Deutschen Museums ausnahmslos den Ehrensaal als eine glückliche Eingebung und eine vorzügliche Leistung des Schöpfers und der Begründer des Deutschen Museums anerkennen.

Da ich die Auszeichnung genieße, dem Ehrensaal des Museums eine gesonderte Abhandlung widmen zu dürfen, mußte ich mir vor allem die Frage vorlegen, nach welchem System oder in welcher Aufeinanderfolge ich den überreichen Stoff zu bewältigen haben werde. Die verschiedenen Denkmäler, Kunstwerke aller Art, die den Ehrensaal füllen, sind Gaben, deren Widmung einem Ursprungsgedanken entstammen, Eingebungen dankbarer Erinnerung an die Größe von Männern, die an dem Ruhm des deutschen Volkes Anteil haben, Gelehrte und Erfinder, Großmächte der Denkkraft und Heroen der Tat, Mehrer der wissenschaftlichen Erkenntnis und der wirtschaftlichen Kraft in unserem Volke, Fürsten des Friedens und Bekämpfer und Besieger des starren Festhaltens an veralteten Vorstellungen und Arbeitsweisen. Sie alle dienten dem Fortschritt in der Zivilisation und der Kultur des Deutschtums. Wenn man diese Großmacht würdigen soll, kann es nur geschehen, indem man die einzelnen Machtträger heraushebt, ihre Namen sprechen läßt und ihnen huldigt. Aber in welcher Reihenfolge? Dafür muß es doch einen Weg geben, eine Richtschnur oder doch Anhaltspunkte. Für die Vorkämpfer in den Wissenschaften gibt es glücklicherweise einen Fingerzeig, dem man folgen kann. Eine Reihe von Gelehrten, Engländer und Franzosen haben sich, alten Vorbildern folgend, mit einer Ordnung oder sogar einer Systematik der Wissenschaften befaßt. Eine Ordnung, nur nach einem Einteilungsgrund aufgestellt, wäre der Sache unwürdig, obwohl in vielen Fällen die alphabetische Ordnung der Namenreihe das einzige, aber innerlich unbegründete Auskunftsmittel darstellt. Die Systematik will höheren Ansprüchen genügen. Die Aufgabe war schon vor Jahrhunderten, als noch wenige Wissenszweige entstanden waren, außerordentlich schwierig, sie wird schwieriger von Jahr zu Jahr, ja heute fast von Tag zu Tag. Wenn man vom Beginn der Neuzeit anfängt, begegnet man zuerst einem Begründer der naturwissenschaftlichen Denkweise, der sich mit einer Ordnung der Wissenschaften versuchte, die einen Gegensatz zu Aristoteles und seinem Lehrer Plato bildete. Es ist dies Bacon of Verulam (1561 bis 1626), ein Mann von hoher allgemeiner Begabung, die er allseitig erweiterte.

Digitized by Google

Als der große Staatsmann Colbert die französische Akademie der Wissenschaften im Jahre 1666 begründete, wurde damit die Vorbedingung zur „Enzyklopädie" geschaffen, die J. D'Alembert 1751 begann. Auch dieser entwarf einen Plan für die Ordnung in den Wissenschaften. Viel gründlicher gingen seine Nachfolger in der Lösung der Aufgabe vor, die bis dahin entstandenen und anerkannten Wissenschaften in ihren Zusammenhängen zu erfassen. Sie verdienen aufgezählt zu werden, es waren dies André Marie Ampère, Auguste Comte und Herbert Spencer, die in dem Zeitraum von 1775 bis 1903 lebten. Von diesen drei Gelehrten war für unsere Angelegenheit der erfolgreichste Comte, der auch als Lehrer einen großen Ruf erlangte: zu seinen Schülern gehörten unter anderen berühmt gewordenen Männern Alexander von Humboldt und Arago. Seine „Pyramide der Wissenschaften" beschäftigte in unserer Zeit den deutschen Gelehrten Wilhelm Ostwald, den ersten Deutschen, der das Wagnis unternahm, das Gesamtgebiet der Wissenschaften einschließlich ihrer jüngsten Neubildungen in ein Schema einzuordnen, das auch er Pyramide der Wissenschaften nennt[1]). Diese Körperform, für die auch der Kegel in Anwendung kommen könnte, hat den Sinn, daß die Fundamentalschicht von den Grundwissenschaften Mathematik, Geodäsie, Astronomie usw. gebildet wird, während die darauf ruhenden Schichten zuerst Physik, Mechanik, Chemie usw. sind, die wieder als Vorbedingung für den weiteren Aufbau von jüngeren Wissenszweigen dienen. Hierher gehören die angewandten technischen Wissenschaften, das gesamte Ingenieurwesen usf. Die Spitze bildet dann die Gesellschaftswissenschaft.

Auf den ersten Blick erkennt man, daß wir nur die drei unteren Schichten der Pyramide dazu benützen können, um die Denkmäler des Ehrensaals in die einzig vorhandene Formel für eine gedanklich begründete Aneinanderreihung zu bringen, vorausgesetzt, daß dieser Aufbau entsprechend erweitert und spezialisiert wird. Zur Fundamentalschicht gehören die Grundwissenschaften, und zwar, über die Aufzählung Ostwalds hinausgehend, Mathematik, Goedäsie, Astronomie, darstellende Geometrie, Stereotomie, Eichwesen usw. Auf dieser Grundlage baut sich eine zweite Reihe von Wissenschaften auf, und zwar Mineralogie, Geologie, Paleontologie, Zoologie, Botanik, Mechanik, Kinematik, Physik und Chemie. Alle diese Fächer beginnen ihr Lehrgebäude mit einer Aufzählung und systematisch geordneten Feststellung von Tatsachen, Ergebnissen der Beobachtung des bestehenden, in der Natur vorhandenen Stoff- oder Kraftvorrates. Diese Wissenschaften sind ihrerseits wieder die Basis für die modernsten rein technischen Wissenschaften, und zwar die Bauwissenschaften — Bergbau und Hüttenwesen, Hochbau, Wasserbau, Wegebau, Brückenbau, Schiffbau, Eisenbetonbau, Maschinen-

[1]) Vergl. a. Heft 3 des laufenden Jahrganges.

Digitized by Google

bau —, die mechanische und chemische Technologie, Materialprüfung, Normung und die Verkehrswissenschaften — Lokomotivbau, Automobile und Flugzeuge, Marine, Luftverkehr—. Die jüngste Reihe technischer Wissenschaften, deren Entstehung, schnelle Entwicklung und Ausgestaltung erst möglich war, nachdem die vorangehend aufgezählten Fächer ihre Ausbildung im 19. Jahrhundert erlangt hatten, bilden die Graphik, die Elektrotechnik — Schwachstrom- und Starkstromtechnik — die Röntgenologie und Röntgenographie, die Radiumkunde, die Telephonie und Radiotechnik, die Photographie und Kinematographie, die Kolloidchemie und Mikrochemie usw. Einen noch höheren Rang nehmen jene Wissenschaften ein, die sich mit den Lebewesen als solchen, den Pflanzen, den Tieren und dem Menschen befassen, z. B. die Biologie, die Physiologie, die Psychologie und ihre Nebenzweige usw., sie gehören aber schon nicht mehr in das Aufgabengebiet des Deutschen Museums, haben auch andere Ziele und führen zu der obersten wissenschaftlichen Aufgabe, das große Lebewesen: die menschliche Gesellschaft in den Erscheinungen zu durchforschen und die ihr obliegende Kulturmission zu fördern: die Soziologie.

Innerhalb dieses Aufbaues der gesamten Wissenschaften, der freilich nicht unanfechtbar und auch nicht abgeschlossen ist, finden wir den Weg zu einer Anordnung und Vorführung der im Deutschen Museum, und zwar in seinem Ehrensaal vereinigten Denkmäler der großen Männer des deutschen Volkes.

Aber außerdem gibt uns diese Übersicht Fingerzeige dafür, welche Gebiete der deutschen Gelehrsamkeit, Gütererzeugung und des Verkehrswesens, in denen allen das deutsche Volk führende Männer besessen hat, noch nicht durch Denkmäler vertreten sind und daß es Aufgabe einer aktiven Denkmalpolitik wäre, diese Lücken auszufüllen.

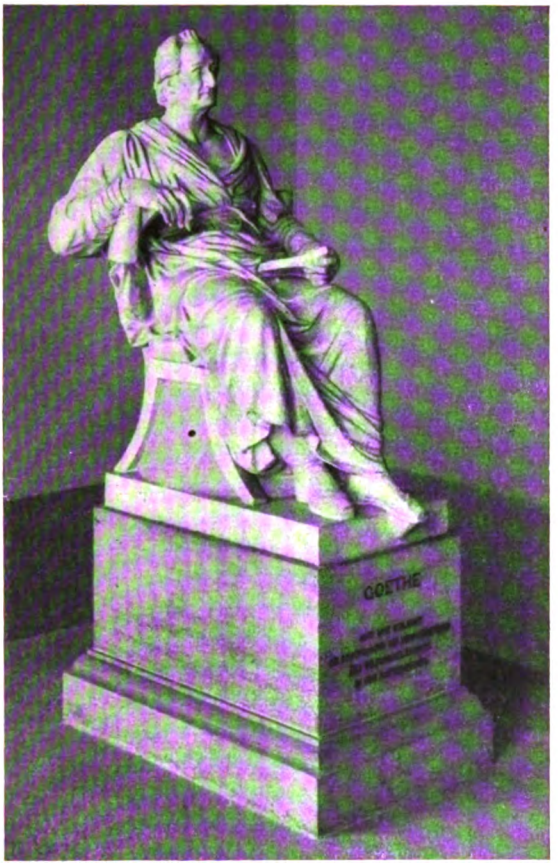
Auch in dem genannten Vortrag über Denkmalpolitik wurde schon angedeutet, daß es für das große Deutschland eine Pflicht wäre, seinen Bestand an Denkmälern zu vervollständigen, und es wurde vorgeschlagen, für die Antragstellung eine Kommission mit dem Sitz im Deutschen Museum zu bilden. Dieser Kommission würde auch die Aufgabe zufallen, vorerst für den Ehrensaal zu sorgen. Auf den ersten Blick vermißt man ja Grashof und Zeuner, Reuleaux, den Begründer der Kinematik, der ebensowenig vergessen werden sollte wie die beiden vorgenannten Gelehrten, und Redtenbacher, den ersten ausschlaggebenden Fachmann in der Maschinenbau-Wissenschaft, und den Chemiker A. W. v. Hofmann, an dessen Namen sich die deutsche Farben-, Riechstoff- und Arzneimittelherstellung knüpft. Vielleicht würde es sich auch empfehlen, auf die Leistungen von Deutschen, die nicht dem Reiche angehören, Rücksicht zu nehmen, da ihre Erfindungen und Forschungen auch auf das Deutsche Reich übergriffen; so z. B. der Deutschösterreicher Auer v. Welsbach, der die seltenen Erden in der Industrie zur Anwendung brachte und den Weg vom Glühstrumpf zur Metallfadenlampe

Digitized by Google

und zum Zereisen fand. Auch die Deutsche Schweiz sollte nicht vermißt werden, glänzende Namen zieren ihre Ingenieur- und Industriewelt, so z. B. die Techniker Zschokke und Riggenbach, die die erste Zahnradbahn auf den weltberühmten Rigi ausführten und eine Reihe von Nachfolgern im Bergbahnbau hatten. Diese Aufzählung könnte unverbindlich sehr erweitert werden, aber es ist leichter, den Namen eines Großen hinzuschreiben, als für ihn ein angemessenes Denkmal zustandezubringen. Immerhin kann man behaupten, daß Deutschland allen anderen Kulturstaaten schon voran ist und voran bleiben wird in der Abtragung der Dankesschuld an seine großen Geister.

Der von Gabriel von Seidl, dem berühmten Architekten, mit Oskar von Miller vereinbarte Vorentwurf und der durch den ersten Preis eines öffentlichen Wettbewerbes unter den deutschen Architekten ausgezeichnete endgültige Plan für den Neubau des Deutschen Museums, wurde der Hauptsache nach durchgeführt. Als im April 1913 Gabriel von Seidl verschied, trat an seine Stelle sein Bruder, Emanuel von Seidl, der ihm jedoch schon im Jahre 1919 in den Tod folgte. Trotz dieser traurigen Ereignisse konnte der Sammlungsbau des Museums am 7. Mai 1925, dem 70. Geburtstage seines Schöpfers Oskar von Miller in seiner jetzigen Gestalt eröffnet werden. Die prachtvollsten Räume des ganzen Hauses sind der Ehren- und der Bildersaal, die sich schon durch ihre künstlerische Ausschmückung aus dem Rahmen des übrigen Gebäudes herausheben. Für unsere Darstellung kommt außer dem eigentlichen Ehrensaal sein Vorraum in Betracht, der nur vier Denkmäler enthält, die aber als „Majestäten" gleichsam die Hausherren repräsentieren, die die Besucher des Ehrensaals empfangen.

Digitized by Google



Johann Wolfgang von Goethe

geb. in Frankfurt a. M. am 28. August 1749
gest. in Weimar am 22. März 1832.

„hat uns gelehrt, die Schöpfungen des Menschengeistes als Bildungselemente in uns aufzunehmen."

Das Standbild Goethes soll nicht an den Bearbeiter einer neuen Farbentheorie oder dgl. erinnern, sondern dem Besucher des Museums als Vorbild für das Studium dienen und ihm den Mann vor Augen führen, dessen scharfe Beobachtungsgabe ihn auch auf den Gebieten, die ihm zunächst fernlagen, das Wesentliche erfassen ließ.

Digitized by Google

Wir eignen uns, wenn wir ein Standbild Goethes im Ehrensaal des Deutschen Museums aufstellen, Goethe doch nicht als einen Fremden zu. So hoch er steht, und „berührt mit dem Scheitel die Sterne", doch „steht er mit festen, markigen Knochen auf der wohlbegründeten, dauernden Erde". So hoch das Ziel gesteckt ist, das er mit dem Menschen zugleich in dem Studium der Natur umfassen will, dieses Studium selbst, die Art, wie er es betrieben und vermittelt wissen will, ist auch höchstes Vorbild für die Aufgaben und Ziele unseres Deutschen Museums. (Aus der Rede, mit der Prof. v. Dyck die Aufnahme des von der Stadt Frankfurt a. M. gestifteten großen Standbildes begründete.)

Besonders lebhaft stehen noch in Erinnerung die von Goethe während seines wiederholten Aufenthaltes als Kurgast in Karlsbad betriebenen mineralogischen und geologischen Studien. Der II. Teil Faust, dieses größte aller dramatischen Werke der deutschen Dichtkunst, endet damit, daß Faust als Ergebnis der Klärung seines Geistes mit Ingenieuraufgaben seine Laufbahn beschließt.

Art des Denkmals:	Statue.
Künstler:	Kopie nach der in der Stadtbibliothek Frankfurt a. M. aufgestellten Statue von Bildhauer Marchesi.
Stifter:	Seine Vaterstadt Frankfurt a. M.

Friedrich II. der Große, König von Preußen

geb. in Berlin am 24. Januar 1712
gest. in Sanssouci am 17. August 1786.

„Ebenso bewunderungswürdig in nie ermattender Friedensarbeit wie in unbesieglicher Heldenhaftigkeit. Weite Ödstrecken wurden von ihm in fruchtbares und besiedeltes Gebiet verwandelt. Das Textilgewerbe, Berg- und Hüttenwesen, die Porzellanmanufaktur und viele andere Zweige der nationalen Industrie belebte seine Tatkraft. Schule und Recht, die Grundlagen des geistigen und wirtschaftlichen Lebens, hat er gehoben."

Er war ein kriegsfroher Herr, auf diesem Wege sein Königreich beschützend und vergrößernd.

Mit Eifer widmete er sich der Organisation, der Verwaltung und der Hebung des Wohlstandes. Die Ideen der Aufklärungsphilosophie, die in Deutschland durch Thomasius, Leibniz und Wolff vertreten wurden, hat er unter den Beamten heimisch werden lassen. Er reorganisierte die Akademie der Wissenschaften in Berlin und zog dabei fremde Gelehrte an.

Sein lebhafter Briefwechsel und Verkehr mit Voltaire zeigt die Richtung seines Geistes.

Digitized by Google

Friedrich II.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Walther Firle.
Stifter: . . . . . Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes, Berlin.

Digitized by Google

Ludwig I., König von Bayern

geb. in Straßburg am 25. August 1786
gest. in Nizza am 29. Februar 1868.

„unter den deutschen Fürsten seiner Zeit der werktätige Schirmherr der Kunst und der vorausblickende Förderer wissenschaftlichen und technischen Fortschrittes. Erzguß, Glasmalerei und künstlerische Vervielfältigungsverfahren hat er neu belebt. Die erste deutsche Eisenbahn und der Donau—Main—Kanal sind verknüpft mit seinem Namen und die wirtschaftliche Einheit Deutschlands hat er mitbegründet. Der Freiheit, Ehre und Größe seines Vaterlandes weihte er Walhalla und Befreiungshalle."

Er selbst war ein vorbildlicher Sammler, wofür ihm seine Reisen zustatten kamen. Die sogenannten „Vereinigten Sammlungen", die in den Arkaden, die den Hofgarten begrenzen, aufgestellt wurden, erläuterte er durch von ihm selbst verfaßte Lehrgedichte und zeigte damit, wie eine anmutige Schilderung die Lernbegierigen anziehen kann. Man hat zur Zeit seiner Wirksamkeit diese vielfach bekrittelt und erst später würdigte man vorbehaltlos das, was er als Regent für die kulturelle Entwicklung seines Volkes getan hat, dem auch durch seine Schöpfungen mit dem gesteigerten Fremdenverkehr materielle Vorteile erwuchsen.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Walther Firle.
Stifter: . . . . . Rhein—Main - Donau-Aktiengesellschaft. München.

Alexander von Humboldt

geb. in Berlin am 14. September 1769
gest. in Berlin am 6. Mai 1859.

„Durch seine weltumspannenden Reisen und Forschungen weitete er den Blick der Menschen; durch neue naturwissenschaftliche Methoden schuf er die Möglichkeit, Länder und Meere der verschiedenen Erdzonen exakt zu vergleichen, zu verstehen und zu nützen."

Seit 1797 widmete er sich ganz dem Studium der Naturwissenschaften, er war drei Monate in Jena mit Goethe und Schiller in Verkehr, mit Bonpland in Spanien und Südamerika (1797 bis 1799). Seit 1827 las er an der Berliner Universität über physische Weltbeschreibung. Er schuf mit Gauß die internationale Organisation der magnetischen Beobachtungsstationen, der Vorläufer unserer meteorologisch-erdmagnetischen Observatorien. Auf seine Anregung entstand das Preußische Meteorologische

Digitized by Google

Alexander von Humboldt

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Akademieprofessor Hermann Groeber.
Stifter: . . . . . Gesellschaft für Erdkunde, Berlin.

Digitized by Google

Institut. Das große Zeugnis seiner Universalität ist sein „Kosmos" (1845 bis 1858, 4 Bde.).

Auch Humboldt gehört zu den Geistesmajestäten Deutschlands.

Nachdem man den Vorraum durchschritten hat und in den Ehrensaal gelangt, kann man sich dort mit dem Studium von über dreißig Denkmälern befassen, die hier in der wissenschaftlich aufgebauten Reihenfolge besprochen werden.

Der große Vorläufer Goethes, der bedeutendste Gelehrte Deutschlands war in seiner Zeit Leibniz. Er begründete oder vervollständigte die Werke der „Majestäten".

Gottfried Wilhelm Leibniz

geb. in Leipzig am 1. Juli 1646
gest. in Hannover am 14. November 1716.

„Der universellste und vielseitigste Gelehrte der deutschen Nation, der Schöpfer der Analysis des Unendlichen, bahnbrechend auf vielen Gebieten der Naturkunde und Volkswirtschaft, verdienstvoll als Staatsmann und Historiker, Philosoph und Poet, unermüdlich tätig für die Organisation wissenschaftlicher Arbeit, für die Verbreitung gemeinnütziger Kenntnisse."

Leibniz besuchte die Nicolaischule in Leipzig, studierte Rechtswissenschaft, Philosophie und Mathematik. In die Zeit um 1676 fällt seine Erfindung der Differential- und Integralrechnung, die er später veröffentlichte (1684). Seine durch die Jesuiten bis China reichenden Verbindungen benützte er zu etymologischen Forschungen. Durch seinen Einfluß auf die Königin Sophie Charlotte erreichte er 1700 die Stiftung der Akademie der Wissenschaften in Berlin und wurde ihr erster Präsident. Peter der Große gründete nach seinem Entwurf 1711 eine Akademie in Petersburg. Leibniz' Philosophie steht im engsten Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Forschung seiner Zeit, die in ihr zu einem Ganzen verbunden wird.

Karl Friedrich Gauß

geb. in Braunschweig am 30. April 1777
gest. in Göttingen am 23. Februar 1855.

„Sein Geist drang in die tiefsten Geheimnisse der Zahl, des Raumes und der Natur.
Er maß den Lauf der Gestirne, die Gestalt und die Kräfte der Erde.
Die Entwicklung der mathematischen Wissenschaften eines kommenden Jahrhunderts trug er in sich."

Digitized by Google

Gottfried Wilhelm Leibniz

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Claus Meyer, Düsseldorf.

Digitized by Google

Er war der Sohn eines Taglöhners, zeigte schon als Student große mathematische Veranlagung und veröffentlichte 1801 das Grundwerk der modernen Zahlentheorie. Mit Wilhelm Weber stellte er Untersuchungen über den Erdmagnetismus an und legte den ersten elektromagnetischen Telegraphen in Göttingen an. Seine gesammelten Werke gibt die Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen heraus.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Rudolf Wimmer.
Stifter: . . . . . Se. kgl. Hoheit Prinzregent Luitpold von Bayern.

Nikolaus Kopernikus

geb. zu Thorn am 19. Februar 1473
gest. zu Frauenburg im Mai 1543.

„Das kopernikanische Weltsystem stellt die das All erleuchtende Sonne in die Mitte der sie umkreisenden Planeten."

Kopernikus studierte Theologie und Medizin, Mathematik und Astronomie. Sein Hauptinteresse wandte er stets dem Ausbau seines astronomischen Systems zu. Bis in die letzten Lebensjahre erachtete er seine Forschungen nicht für abgeschlossen. Auch die Kalenderverbesserung faßte er ins Auge. Nur seinen gelehrten Freunden teilte er die neue kühne Lehre mit, nach der die Sonne der Zentralkörper ist, um die sich Erde und die übrigen Planeten drehen.

Im Deutschen Museum ist das Kopernikanische System durch einen besonderen Beobachtungsraum versinnbildlicht.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Heinrich Knirr.
Stifter: . . . . . Stift und Domkapitel Ermeland in Ostpreußen.

Johannes Kepler

geb. zu Weil in Württemberg am 27. Dezember 1571
gest. zu Regensburg am 15. November 1630.

„Phantasie und genialer Blick, Kraft und Ausdauer der Rechnung haben ihm die Gesetze der Planetenbewegung erschlossen."

Er arbeitete als Gehilfe Tycho Brahe's, dem er nach Prag gefolgt war, nach dessen Tode er Mathematikus und Hofastronom Rudolph's II. wurde. Nach mühsamen Versuchen fand er die beiden ersten nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung, die er 1609 veröffentlichte. 1611 erschien seine „Dioptrice". Neudr. 1904 in „Klassiker der exakten

Digitized by Google

Johannes Kepler

Art des Denkmals: Gemälde.

Künstler: . . . . . Kopie des auf der Straßburger Universität befindlichen nach dem Leben gemalten Originals.

Stifter: . . . . . Se. Majestät König Wilhelm II. von Württemberg.

Digitized by Google

Wissenschaft", Hrsg. von W. Ostwald), die eine Theorie der Linsen und die Prinzipien des astronomischen Fernrohrs enthält. 1618 kam er in Verfolgung der Gedanken seines Erstlingswerkes auf das richtige Gesetz, das er als das dritte der drei Gesetze der Planetenbewegung 1619 veröffentlichte. 1622 vollendete er die neuen Planetentafeln.

Auf seinem Grabdenkmal in Regensburg ist folgende Inschrift zu lesen:

So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen
Als Kepler stieg; er starb in Hungersnot;
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brod.

Mit diesen drei Vertretern schließt die Reihe der Grundwissenschaften und wir kommen nun zu jenen Autoritäten, die schon in den Kreis der angewandten oder „energetischen" Naturwissenschaften gehören.

Georg von Reichenbach

geb. in Durlach am 24. August 1771
gest. in München am 21. Mai 1826.

„Mit weittragenden Ideen eilte er seiner Zeit voraus. Seine Schöpfungen kennzeichnen die geniale Kraft der Erfindung, ebenso wie die Meisterschaft der Ausführung. Die Meßkunst der Erde und des Himmels verdankt ihnen bedeutsame Fortschritte, der deutsche Maschinenbau seine ersten ruhmreichen Erfolge."

Reichenbach gründete 1804 mit v. Utzschneider und Liebherr das Mathematisch-mechanische Institut in München, 1809 mit Fraunhofer und Utzschneider in Benediktbauern die Optische Anstalt. Das Deutsche Museum gab eine herrlich verfaßte und ausgestattete Monographie über Reichenbach heraus und zeigte damit vorbildlich, wie man die Aufgaben der technisch-historischen Museen literarisch lösen kann und soll.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Rudolf Wimmer.
Stifter: . . . . . Verein Deutscher Maschinenbauanstalten.

Albertus Magnus

geb. in Lauingen 1193
gest. in Köln am 15. Februar 1280.

„Der Doktor universalis des 13. Jahrhunderts, auf dem Boden der aristotelischen Philosophie, das Wissen seiner Zeit in Physik, Chemie, Botanik zusammenfassend."

Digitized by Google

Albertus Magnus

Art des Denkmals:
Rundrelief aus Terrakotta.

Künstler:
Bildhauer Adolf Rothenburger, München.

Stifter:
Se. Eminenz Kardinal Erzbischof Dr. Michael Ritter von Faulhaber

Albertus Magnus, Albert der Große, Graf von Bollstädt, Dominikaner, Bischof zu Regensburg, schuf neue Erkenntnisse auf dem Gebiete der Naturwissenschaften (Physik, besonders über Botanik und Zoologie).

Otto von Guericke

geb. in Magdeburg am 20. November 1602
gest. in Hamburg am 11. Mai 1686.

„Der deutsche Begründer der experimentellen Wissenschaften. Luftpumpe und Elektrisiermaschine haben seinen Namen berühmt gemacht; mit ihnen hat er weite Gebiete physikalischer Erkenntnis erschlossen, wesentliche Grundlagen der Maschinentechnik geschaffen."

Seine große Erfindung der Luftpumpe fällt in die Zeit um 1650. Die ersten öffentlichen Versuche machte er 1654 auf dem Reichstag in Regensburg. Er behauptete als Erster, daß die Wiederkehr der Kometen bestimmbar sei.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Claus Meyer, Düsseldorf.

Joseph von Fraunhofer

geb. in Straubing am 6. März 1787
gest. in München am 7. Juni 1826.

„Seinem Auge haben sich neue Gesetze vom Licht erschlossen, näher gerückt sind uns die Sterne durch die Meisterwerke seiner Hand."

Digitized by Google

Joseph v. Fraunhofer

Art des Denkmals:
Gemälde.

Künstler:
Professor Rudolf Wimmer.

Stifter:
Se. Kgl. Hoheit Prinzregent Luitpold von Bayern.

Fraunhofer war Gehilfe im mechanischen Institut von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr und entdeckte bei der Untersuchung der Brechungsexponenten der Gläser für die verschiedenen Farben die dunklen Linien im Sonnenspektrum, die nach ihm benannt wurden *).

Robert Mayer

geb. in Heilbronn a. N. am 25. November 1814
gest. in Heilbronn a. N. am 20. März 1878.

„Das Gesetz von der Erhaltung der Energie mit seinen mannigfachen Beziehungen hat er erkannt und ausgesprochen. Den Arbeitswert der Wärme hat er zuerst gefunden."

Die von Robert Mayer aufgestellten Grundgesetze begegneten zuerst vielfachem Widerspruch, was den großen Gelehrten bitter kränkte, aber

*) Wollaston entdeckte schon 1802, früher als Fraunhofer, die dunklen Linien im Spektrum, legte aber der Entdeckung keine besondere Wichtigkeit bei.

Digitized by Google

in seiner Überzeugung nicht erschütterte. Er erlebte noch, daß seine Lehren sieghaft durchdrangen. Sie bilden die Vorbereitung für den modernen Aufbau der exakten Naturwissenschaften.

Art des Denkmals: Hermensäule aus Marmor.
Künstler: . . . . . Professor von Ruemann.

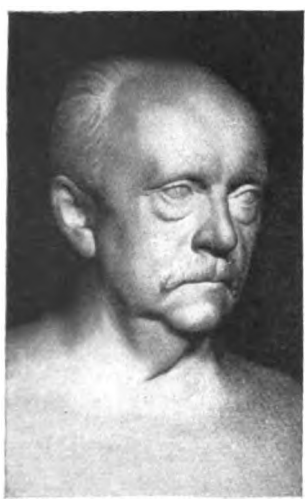
Hermann von Helmholtz

geb. in Potsdam am 31. August 1821
gest. in Charlottenburg am 8. September 1894.

„Er faßte in strengem Ausdruck das Gesetz der Wechselwirkung aller Kräfte der Natur.
Licht- und Tonempfindung erforschte er als Arzt, als Physiologe, als Physiker und Künstler.
Mit dem Blick des Mathematikers und Philosophen drang sein universeller Geist zu den Grundlagen menschlicher Erkenntnis."

1850 erfand er den Augenspiegel, auch die Lehre vom Hörsinn verdankt ihm die wissenschaftliche Grundlage der heutigen Erkenntnis, er brachte die Theorie von den Farbenempfindungen und den subjektiven Lichterscheinungen zu großer Klarheit.

Er begründete gemeinschaftlich mit Werner Siemens die Physikalisch-technische Reichsanstalt in Berlin, die er als Präsident zu großer Bedeutung brachte.



Hermann v. Helmholtz

Art des Denkmals:
Hermensäule aus Marmor.

Künstler:
Prof. von Hildebrand (Kopie von Professor E. Kurz).

Digitized by Google

Rudolf Clausius

geb. in Köslin am 22. Januar 1822
gest. in Bonn am 24. August 1888.

„Er hat aus den beiden Hauptsätzen der Wärmelehre die mechanische Wärmetheorie entwickelt und mit ihr die Grundlage für die Anwendung der Wärmelehre auf wissenschaftliche und technische Fragen geschaffen. Mit der Aufstellung der kinetischen Theorie der Gase hat er der Physik eine neue Bahn geöffnet."

Clausius war einer der größten Förderer der Thermodynamik, er kam in Anschluß an Carnots Untersuchungen über die Dampfmaschine zur Aufstellung des sogenannten zweiten Hauptgesetzes der Wärmelehre, des Satzes von der Vermehrung der Entropie, den unabhängig von ihm auch Benjamin Thompson fand.

Art des Denkmals: Marmorbüste.
Künstler: . . . . . Bildhauer Jaeckle.
Stifter: . . . . . Deutsche Physikalische Gesellschaft.

Gustav Kirchhoff

geb. zu Königsberg am 12. März 1824
gest. zu Berlin am 17. Oktober 1887.

„Er entdeckte mit Bunsen das Hauptgesetz der Wärmestrahlung und gründete darauf die Methode der Spektralanalyse. Ihm verdanken wir die „Kirchhoffschen Gesetze" über die Verteilung elektrischer Ströme in einem System linearer Leiter."

Durch Arbeiten aus der Elektrizitätslehre kam er zu der strengen Ableitung des Ohmschen Gesetzes.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . Professor Heinrich Knirr, München.
Stifter: . . . . . Verband Deutscher Elektrotechniker.

Justus von Liebig

geb. zu Darmstadt am 12. Mai 1803
gest. zu München am 18. April 1873.

„Bahnbrechend und neugestaltend auf dem Gebiete der organischen Chemie und ihrer Anwendung auf die Lebenserscheinungen der Pflanzen und Tiere und im besonderen in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft.

Er schuf das chemische Unterrichtslaboratorium als eine Lehrstätte der Forschung und trug durch seine Schriften chemische Anschauungen in weiteste Kreise."

Liebig vollendete seine Laufbahn an der Universität in München, wo er auch Präsident der Akademie der Wissenschaften wurde. Auch in

Digitized by Google

der Stadt München wurde ihm auf einem öffentlichen Platze ein schönes Denkmal aus Marmor errichtet.

Liebig war mit Wöhler der Begründer der deutschen chemischen Wissenschaft.

Art des Denkmals: Gemälde.
Künstler: . . . . . nach dem Originalgemälde von Trautschold, kopiert durch Frau Pischon.
Stifter: . . . . . Se. Kgl. Hoheit Großherzog Ernst Ludwig von Hessen.

Robert Bunsen

geb. zu Göttingen am 31. März 1811
gest. zu Heidelberg am 16. August 1899.

„Ein Meister im Ersinnen experimenteller Methoden und deren Anwendung auf wissenschaftliche und technische Probleme der Physik und Chemie; im Bunde mit Kirchhoff der Begründer der Spektralanalyse, durch welche die chemische Beschaffenheit der Himmelskörper dem Auge sich erschließt."

Er ist der Erfinder des Bunsenbrenners und des Bunsenschen Elementes, welche Erfindungen ihn den sämtlichen chemischen Laboratorien der Welt populär gemacht haben.

Robert Bunsen

Art des Denkmals:
Gemälde

Künstler:
Professor W. Tübner,
Karlsruhe.

Stifter:
Se. Kgl. Hoheit Friedrich,
Großherzog von Baden.

Digitized by Google

Max von Pettenkofer

geb. zu Lichtenheim am 3. Dezember 1818
gest. zu München am 10. Februar 1901.

„Der Begründer der Hygiene als Wissenschaft. Indem er Wasser, Luft und Boden mit exakten Methoden untersuchte, den Gang der Volksseuchen studierte und die Gesetze der menschlichen Ernährung erforschte, hat er für die Gesundhaltung der Städte und des ganzen Volkes Großes geleistet."

Pettenkofer begann seine wechselreiche Jugendlaufbahn als Apothekerlehrling und Schauspieler, 1843 Apotheker und Arzt, arbeitete bei Liebig in Gießen, wurde 1847 in München Professor der Medizin, Chemie und Hygiene, 1890 Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Art des Denkmals: Büste.
Künstler: . . . . . Professor von Hildebrand (Kopie von Professor Theodor Georgii).
Stifter: . . . . . Stadt München.

Georg Agricola

geb. in Glauchau am 24. März 1494
gest. in Chemnitz am 21. November 1555.

„Georg Agricola, hervorragend als Naturforscher und Arzt, wurde zum Künder der großen Leistungen der deutschen Technik, zum hervorragenden Forscher und Darsteller des mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesens."

Georg Agricola, eigentlich Bauer, war Begründer der neueren Mineralogie und Metallurgie; er schrieb u. a. „De natura fossilium" 1546 und „De re metallica" 1550. Das letzte Werk hat der gegenwärtige Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika, Hoover, mit seiner Frau, ins Englische übersetzt, schon bevor es durch das Deutsche Museum in deutscher Sprache und prachtvoller Ausstattung herausgegeben wurde.

Art des Denkmals: Rundrelief in Terrakotta.
Künstler: . . . . . Bildhauer Georg Mattes, München.
Stifter: . . . . . Bergakademie in Freiberg.

Alfred Krupp

geb. in Essen am 26. April 1812
gest. in Essen am 14. Juli 1887.

„Er hat mit eiserner Ausdauer, flammender Kühnheit und gestaltender Geisteskraft aus der Hütte des Kleinschmiedes heraus die Stahlindustrie zu ihren höchsten Leistungen geführt, zu Deutschlands Ehr und Wehr."

Durch seine Tiegelgußstahlproduktion wurde dem Maschinenbau ein neuer wichtiger Werkstoff zugeführt.

Digitized by Google

Alfred Krupp

Art des Denkmals:
Marmorrelief.

Künstler:
Professor A. von Hildebrand.

Stifter:
Verein deutscher Ingenieure.

Ferdinand Schichau

geb. in Elbing am 30. Januar 1814
gest. in Elbing am 23. Januar 1896.

„Ein Führer deutscher Maschinen- und Schiffbaukunst hat er im industriearmen Osten den ersten eisernen Seedampfer erbaut und seine Werften zu den höchsten schiffbaulichen Leistungen entwickelt."

Er war der Sohn eines Handwerkers und gründete 1837 eine Maschinenbauanstalt, Lokomotivfabrik und Schiffswerft in Elbing und lieferte 1877 das erste seefähige Torpedoboot, stellte 1840 die erste moderne Hochdruckdampfmaschine Deutschlands, 1878 die erste Verbundschiffsmaschine für die deutsche Marine her.

Art des Denkmals: Marmorrelief.
Künstler: . . . . . Professor A. von Hildebrand.
Stifter: . . . . . Schiffbautechnische Gesellschaft.

F. W. Harkort

geb. in Harkorten am 22. Februar 1793
gest. bei Dortmund am 6. März 1880.

„In begeisterndem Glauben an Deutschlands industrielle Zukunft wurde er zum großen Erzieher des Volkes zur Technik, der unermüdlich ohne Rücksicht auf persönliche Vorteile neue Maschinen und Arbeitsverfahren verbreitete

Digitized by Google

Friedrich Wilhelm Harkort

Art des Denkmals:
Marmorbüste.

Künstler:
Akademieprofessor Bernhard Bleeker, München.

Stifter:
Rheinisch-Westfälische Industrie.

und in Wort und Schrift für den technischen Fortschritt auf allen Gebieten sich einsetzte."

Er ist der Erbauer der Wiener Rotunde, nach den Plänen des Engländers Scott Russel, unter der Leitung des österreichischen Ingenieurs Wilhelm Freiherr von Engerth.

August Borsig

geb. in Breslau am 23. Juni 1804
gest. in Berlin am 6. Juli 1854.

„Unter kraftvoller Zusammenfassung noch unentwickelter vaterländischer Kräfte und Hilfsmittel gelang ihm der Bau des Dampfwagens in einer Vollendung, welche dem jungen deutschen Maschinenbau zu siegreichem Wettlauf Vorbild und Ansporn wurde."

Er gründete 1837 eine eigene Maschinenbauanstalt in Berlin, in der 1841 die erste Lokomotive, 1854 schon die 500. Lokomotive vollendet wurde.

Art des Denkmals: Marmorrelief.
Künstler: . . . . . Professor A. von Hildebrand.
Stifter: . . . . . Der deutsche Lokomotivbau.

Nikolaus August Otto

geb. 14. Juni 1832 in Holzhausen
gest. 26. Januar 1891 in Köln.

Eugen Langen

geb. 9. Oktober 1833 in Köln
gest. 2. Oktober 1895 in Köln.

Digitized by Google

Nikolaus August Otto
Eugen Langen

Art des Denkmals:
Doppelrelief in Terrakotta.
Künstler:
Professor Theodor Georgii.
Stifter:
Stadt Köln.

„Dem großen Erfinder und dem hervorragenden Ingenieur verdankt die Welt die ersten ausschlaggebenden Fortschritte auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschinen. In gemeinsamer Arbeit wurden von ihnen die Grundlagen gelegt zu der gewaltigen industriellen Anwendung der Explosionskraftmaschinen, die uns zum Automobil und Flugzeug führten."

E. Langen war auch ein Pionier der Schwebebahnen für Personenbeförderung.

N. Otto konstruierte mit Langen 1867 eine atmosphärische Gaskraftmaschine und 1876 die Viertakt-Gaskraftmaschine.

Johann Friedrich Böttger

geb. zu Schleiz am 4. Februar 1682
gest. zu Dresden am 13. März 1719.

„Es gelang ihm als Erstem, gestützt auf die Versuche und Studien von Walther von Tschirnhausen, die fabrikmäßige Herstellung des Porzellans."

Böttger stand im Rufe eines Goldmachers, wurde von August dem Starken 14 Jahre gefangen gehalten. In Ausnutzung seiner Nacherfindung des chinesischen weißen Porzellans und des roten sogenannten Böttger-Steinzeuges wurde die Meißner Porzellanmanufaktur gegründet.

Art des Denkmals: Büste aus rotem Böttger-Steinzeug.
Künstler: . . . . . F. A. Weeger, 1810.
Stifter: . . . . . Sächsische Staatsregierung.

Digitized by Google

Martin Behaim

geb. in Nürnberg um 1459
gest. in Lissabon am 29. Juli 1506.

„Der um Geographie und Nautik hochverdiente Freund des Kolumbus."

In Nürnberg ist von ihm ein großer Erdglobus (Erdapfel) vorhanden. Er führte den Jakobsstab und die Ephemeriden des Regiomontan in die portugiesische Marine ein.

Art des Denkmals: Rundrelief in Terrakotta.
Künstler: . . . . . Professor M. Heilmeier.
Stifter: . . . . . Stadt Nürnberg.

Otto Lilienthal

geb. in Anklam am 23. Mai 1848
gest. in Rhinow am 10. August 1896.

„Begründer der Flugtechnik, deren Grundlagen er mit scharfem Geist und kühner Tat unter Einsetzung seines Lebens erforschte."

Er schrieb das für die weitere Entwicklung des Flugzeugbaues grundlegende Werk „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst" (1889), ein Ideengang, den schon vor ihm Johann Josef Prechtl in Wien verfolgte.

Otto Lilienthal

Art des Denkmals:
Plakette in Bronze.

Künstler:
Professor Theodor Georgii.

Stifter:
Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt

Ferdinand Graf von Zeppelin

geb. auf der Insel in Konstanz am 8. Juli 1838
gest. in Berlin am 8. März 1917.

Digitized by Google

„Zäher Wille, Opfermut und Tatkraft haben ihn zum Erfolg geführt. Sein starres lenkbares Luftschiff eröffnete den Luftverkehr und wies damit der Technik neue große Ziele."

Das Luftschiff, nach dem System Zeppelin erbaut, erfuhr, als Zeppelin, das Ehrenmitglied des Deutschen Museums, längst dahingegangen war, eine bewunderungswürdige technische Ausbildung. Die Konstruktion des „Grafen Zeppelin" ist an sich eine höchst bemerkenswerte Leistung und das transatlantische Reisen des Ballons unter der kühnen Führung Dr. Eckeners haben in der Verkehrswelt großes Aufsehen gemacht.

Art des Denkmals: Plakette in Bronze.
Künstler: . . . . . Professor Theodor Georgii, München.
Stifter: . . . . . Stadt Stuttgart.

Hans Gensfleisch, genannt Gutenberg

geb. zu Mainz um 1400
gest. zu Mainz am 14. Februar 1468.

„Er gab der Welt durch Erfindung der beweglichen Gußlettern die Buchdruckerkunst, die mächtigste Verbreiterin und Erhalterin geistiger Arbeit."

Seine Erfindung führte in weiterer Entwicklung zu der vorher ungeahnten Höhe der Typographie.

Hans Gensfleisch
genannt Gutenberg

Art des Denkmals:
Büste.

Künstler:
Akademieprofessor Robert Dietz, Dresden.

Stifter:
Die graphischen Vereinigungen Deutschlands.

Digitized by Google

Alois Senefelder

geb. zu Prag am 6. November 1771
gest. zu München am 26. Februar 1834.

„Ihm glückte es, durch die Erfindung des Steindruckes den toten Stein in den Dienst der Verbreitung von Kunst und Wissenschaft zu stellen."

Er war zuerst Schauspieler und Theaterschriftsteller und kam bei den Versuchen, seine Musiknoten billig herzustellen, 1796 zu seinen Erfindungen, die er in München und Wien weiter ausbildete. Der Vorrat an Kelheimer Platten, die in seinem Betrieb wertvolle Verwendung fanden, kam dem Münchner Unternehmen zustatten.

Alois Senefelder

Art des Denkmals:
Plakette in Solnhofener Stein.

Künstler:
Oberreg.-Rat Maximilian Dasio, München.

Stifter:
Gesamtverband der christlichen Gewerkschaften.

Georg Simon Ohm

geb. in Erlangen am 16. März 1789
gest. in München am 6. Juli 1854.

„Durch seine Versuche erschloß er uns die Gesetze der elektrischen Stromstärke und Stromverzweigung, durch mathematische Überlegung die Natur des Klanges und der Töne. Ihm zu Ehren nennt die Nachwelt eine der drei elektrischen Grundeinheiten „ein Ohm".

Er stellte das nach ihm benannte Gesetz auf.

Art des Denkmals: Marmorbüste.
Künstler: . . . . . Professor Ludwig Dasio, München.
Stifter: . . . . . Verband Deutscher Elektrotechniker.

Digitized by Google

Werner von Siemens

geb. in Lenthe am 13. Dezember 1816
gest. in Charlottenburg am 6. Dezember 1892.

„Ein Gelehrter und ein Techniker zugleich, hat er, der Ersten einer, mit erfindungsreichem Geist den elektrischen Strom der Menschheit dienstbar gemacht."

Er förderte den Bau und die Verlegung von Telegraphenkabeln und verlegte selbst mehrere Überseekabel, konstruierte einen Zeiger- und Drucktelegraphen mit Selbstunterbrechung und 1867 die dynamoelektrische Maschine. Er begründete 1886 auch materiell gemeinsam mit Helmholtz die Physikalisch-technische Reichsanstalt. Das deutsche Volk bezeigte seine Dankbarkeit für die umfassende Wirksamkeit dieses Gelehrten-Ingenieurs durch Stiftung des Siemensringes. Die Selbstbiographie Siemens gehört zu den bemerkenswertesten Erscheinungen in der deutschen technischen Literatur.

Art des Denkmals: Marmorrelief.
Künstler: . . . . . Professor A. von Hildebrand.
Stifter: . . . . . Verein deutscher Ingenieure.

Philipp Reis

geb. in Gelnhausen am 7. Januar 1834
gest. in Friedrichsdorf am 14. Januar 1874.

„Es gelang ihm, Töne und die menschliche Stimme durch den von ihm erfundenen und Telephon genannten Apparat fernhin zu übertragen."

Reis konstruierte 1861 das erste Telephon.

Art des Denkmals: Marmorbüste.
Künstler: . . . . . Professor Georg Albertshoefer.
Stifter: . . . . . Physikalischer Verein, Frankfurt a. M.

Heinrich Hertz

geb. in Hamburg am 22. Februar 1857
gest. in Bonn am 1. Januar 1894.

„Mit seinen „Strahlen elektrischer Kraft" hat er die elektromagnetische Natur des Lichtes erwiesen und den Weg zur drahtlosen Telegraphie gebahnt."

Auf den Hertz'schen Wellen beruht die Funktechnik, die eine märchenhaft große Verbreitung erlangte und sich zu einem bedeutungs-

Digitized by Google

vollen Verkehrs- und Bildungsmittel entwickelte, das die Entfernungen aufhebt und die Völker einander näher bringt.

Art des Denkmals:	Hermensäule aus Marmor.
Künstler:	nach einem Entwurf seiner Tochter, Fräulein Mathilde Hertz, durch Professor Erwin Kurz ausgeführt.
Stifter:	Hamburgische Wissenschaftliche Stiftung.

Die Aufzählung der Denkmäler unter Hinzufügung der vom Verwaltungsausschuß auf Grund der Anträge des Prof. v. Dyck angenommenen Legenden dürfte den Leser dieser Schrift besonders angenehm berührt haben. Prof. v. Dyck versteht es meisterhaft die Bedeutung jener Männer zum Ausdruck zu bringen, die in den Ehrensaal eingezogen sind.

Die im Ehrensaal aufgestellten Denkmäler und die Reihenfolge ihrer Aufzählung gestatten auf den ersten Blick die Lücken zu erkennen, welche Wissensgebiete und Industriezweige hier noch nicht vertreten sind.

Der Ehrensaal, dieses Juwel unter den Kostbarkeiten des Deutschen Museums, wird für immerwährende Zeiten die Meister loben, die ihn erdacht und ausgeführt haben. Oskar von Miller hat sich mit der Denkmälersammlung in bevorzugtem Raume selbst ein Monument geschaffen, das ihn als Patriot Deutschlands und Organisator den bedeutendsten Männern seines Volkes anreiht. Hunderte, ja Tausende von namhaften Persönlichkeiten weiß er in aller Welt zu gewinnen, sie folgen ihm auf seinen Bahnen mit Vertrauen und Zuversicht.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Ein prächtiger Führer
durch die Schätze des Deutschen Museums

Zweite, neubearbeitete und ergänzte Auflage!

Im Auftrage des Vereines Deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von CONRAD MATSCHOSS

Die Neuauflage des von der Presse glänzend beurteilten Werkes bietet in zahlreichen Aufsätzen eine umfassende Übersicht über die Sammlungen des Deutschen Museums in München und ist dadurch gleichzeitig ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk über die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften. Viele gute Abbildungen erleichtern das Verständnis der einzelnen Beiträge und machen ihre Lektüre genußreich. Allen an der technischen Entwicklung Interessierten wird dieses Buch wieder ein willkommener Führer sein, nachdem durch Neubearbeitung dem jetzigen Stand der Sammlungen des Museums Rechnung getragen worden ist.

Format DIN A 4, VI/386 Seiten mit 330 Abbildungen und 59 Bildnissen auf Kunstdruckpapier. Ganzleinenband mit Goldprägung RM 20.— (für VDI-Mitglieder RM 18.—).

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN
R. OLDENBOURG / MÜNCHEN

Digitized by Google

Digitized by Google

Bal
Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft
und technik

DIE STUBAIER KLEINEISENINDUSTRIE

VON

H. ANSELM

1930

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines Deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V. D. I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 3

DIE STUBAIER KLEINEISENINDUSTRIE

VON

H. ANSELM

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Copyright 1950 by VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7

Digitized by Google

Fulpmes, Sitz der Stubaier Kleineisenindustrie

Die Stubaier Kleineisenindustrie

Von H. Anselm

Das tirolerische Stubaital, das Tal der kecken Nordtiroler Dolomiten und der stolzen Eisberge im Urgestein, ist nicht nur dem Bergsteiger und Wanderer ein Paradies von Schönheiten und Rätseln, auch der Ingenieur, der Techniker findet eines, das wegen seiner Eigenart allgemein Bewunderung auslöst. Es ist die Kleineisenindustrie!

Dumpfe Schläge fallender Hämmerbären, eiliges Klopfen von Feder- und Lufthämmern und knirschendes Prasseln sausender Schleifsteine treffen das Ohr, wenn man durch Fulpmes, Abb. 1, am Schlickerbache aufwärts wandert an alten und neuen Schmieden vorbei, die sich bis in den nahen Bergwald hinauf verstecken. Bilder zeigen sich dem Besucher, die er hier zu sehen nicht ahnen konnte, und ein Blick in eine modern eingerichtete Härterei, wo die Gasflamme zischt und das Pyrometer die Wärmegrade des Bleibades anzeigt, belehrt ihn, daß der Fortschritt durch die Berge nicht versperrt ist.

Deutsches Museum 3.1930

Digitized by Google

Ein Industriezweig in einem Hochgebirgstale, hunderte Kilometer weit weg von den Quellen, die die Rohstoffe liefern, ist wahrlich ein Rätsel, das man sich mit den reichlich vorhandenen Wasserkräften allein nicht erklären kann. Trotz aller wirtschaftlichen Mißgunst und der mangelnden Grundlagen für eine Industrie besteht hier das Schmiedehandwerk schon seit Jahrhunderten, der scharfen Konkurrenz des Auslandes die Stirn bietend, ganz aus eigener Kraft.

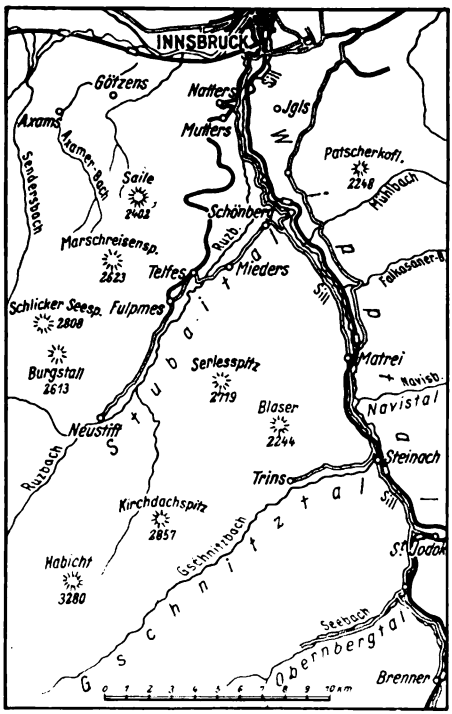


Abb. 1. Das Stubaital

Das Entstehen der Stubaier Kleineisenindustrie ist unzweifelhaft auf den Tiroler Bergbau zurückzuführen, der im 14. und 15. Jahrhundert auch im Stubai in großem Umfange betrieben wurde, wie Urkunden uns erweisen, die von einer landesfürstlichen Eisenschmelze in Fulpmes berichten. Heute noch gibt es dort eine Schmelzhüttengasse und eine Herrengasse (benannt nach den Bergherren) und vor etlichen Jahren wurde eine alte Handschmiede niedergerissen, welche die Aufschrift in Stein gemeißelt trug: „Erbaut 1413 von die Bergknappen." Noch verläßlichere Zeugen sind die vielen alten Stolleneingänge, die man im ganzen Stubai, besonders aber in seinen Seitentälern antrifft. Mitteilungen aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts sagen, daß unweit des Dorfes Neustift zwei Steinbrüche waren, die so reichhaltiges Eisenerz lieferten, daß vom Zentner 60 Pfund reines Eisen gewonnen werden konnten und neuere Untersuchungen ergaben eine Ausbeute von 67 bis 69 Pfund. Dieses Ergebnis stammt von einem reichsdeutschen Unternehmen, das in den Jahren nach dem Weltkrieg den Bergbau neuerdings aufnahm, leider aber der Inflation erlag, doch den Beweis erbrachte, daß es sich im Stubai um durchaus abbauwürdige Lager handelt.

Schwierigkeiten verursachte in früheren Jahrhunderten die schwere Schmelzbarkeit des Eisenerzes, und so gewinnt die Annahme Berechtigung, daß die Verhüttung der Silber-, Kupfer- und Bleierze, die sich ebenfalls

Digitized by Google

in reichlichem Maße vorfanden, eine viel größere Bedeutung hatte. Man muß an zwei steinerne Figuren am Deckengewölbe der Pfarrkirche zu Mieders erinnern (erbaut in der Mitte des 14. Jahrhunderts), die zwei Bergknappen darstellten, welche sich gegen eine silberhaltende Stufe stemmten. Ja, ein Teil des Dorfes heißt heute noch die „Silbergasse", und in unmittelbarer Nähe davon wird ein kleines Tal das Arz-(Erz-)Tal genannt.

Wundersame Sagen und Märchen von Bergzwergen, Goldbächen und Erzadern wissen die Alten zu erzählen, die sie von Ahnen hörten, aber keiner weiß etwas vom Ende des Bergbaues. Der glückliche Zufall hat uns aber doch einige Mitteilungen überliefert, die unzweifelhaft richtige Annahmen über den Untergang des Knappenwesens und das Werden der Kleineisenerzeugung zulassen.

Daß der Bergbau die Ansiedlung vieler Hilfsgewerbe notwendig machte, bedarf keiner weiteren Beweisführung, und gerade die Schmiede, die die Werkzeuge der Knappen und Zimmerleute herzustellen und auszubessern hatten, mußten die größte Rolle gespielt haben. Nun war es aber bei der Einfachheit der Fördermittel des alten Bergbaues sicher nicht möglich, die Arbeit an den hochgelegenen, lawinengefährlichen Abbauplätzen während der Wintermonate aufrecht zu erhalten und eine solche Betriebseinschränkung mußte entsprechend auf die Schmiede einwirken, denen zu solchen Zeiten nur wenig Aufträge von den Gewerken zuflossen. Nur so kann man sich eine Urkunde aus dem Jahre 1411 erklären, die von Hausierern aus dem Stubai berichtet, die Werkzeuge und Geräte in den benachbarten Tälern feilboten. Diese tüchtigen Handwerker fanden also schon dazumal einen Ausweg, der sie von den Knappen unabhängig machte. Die Vielseitigkeit in der Ausübung ihres Gewerbes, ihr rastloser, unermüdlicher Fleiß trug dann viele Jahrzehnte später reiche Zinsen; denn der Segen der emsigen Bergmannsarbeit ließ allmählich nach, und obwohl man den Gruben und Schmelzöfen kostbares Gut entnahm, steckte man in sie noch kostbareres hinein: den Wald, die Stütze der Berge! Die gierigen Öfen in der Schmelzhüttengasse mußten nach und nach erkalten, das Pochen und Hämmern unter Burgstall und Serles wurde immer schwächer, und als um 1640 ein Bergsturz von den abgeholzten Hängen der Schlickerseespitze die Hauptstollen der Stubaier Bergherren verschüttete, scheint das Ende für den Bergbau gekommen zu sein; denn die Holzarmut und die Erkenntnis, daß ein weiteres Lichten der Bergwälder noch größere Katastrophen bringen könne, führte zur allmählichen Stillegung.

Ein Verzagen ob ihres harten Schicksales gab es aber bei diesen Männern nicht, Eisen konnte ja von andern Tiroler Hüttenwerken bezogen werden, und so sehen wir bald den Knappen als Gehilfen in der Schmiede den Hammer schwingen oder an der Esse stehen. Diese lebensmutige Tat der alten Stubaier ist wohl eine der achtenswertesten

Digitized by Google

ihrer so ruhmreichen Geschichte, die zu kennen unerläßlich ist für alle, die das kostbare Erbe vergangener Jahrhunderte richtig verstehen und schätzen lernen wollen.

Im Jahre 1675 arbeiteten im Stubai nach einem Bericht an das Haller Pfannamt „45 Hueff-, Segensen- und Messerschmieden", deren Erzeugnisse von den Hausierern im In- und Auslande, besonders im Kurmainzischen Gebiete, in Württemberg und Lothringen abgesetzt wurden. Trotz des mißlichen Umstandes, daß die Schmiede seit 1700 Eisen und Stahl aus Kärnten beziehen mußten, weil das Zillertaler Eisen zur Herstellung guter Ware ungeeignet und das von Pillersee zu teuer

Abb. 2. Alte Stubaier Hammerschmiede, die bis 1928 in Betrieb war. Blick auf die Hämmer.

war, erlebte die Stubaier Kleineisenindustrie im 18. Jahrhundert einen äußerst erfreulichen Aufschwung. Einem Bericht aus dem Jahre 1785 an die Domänen-Hof-Kommission zufolge wurden in diesem Jahre 2596 Ztr. Eisen und Stahl zu Kleingeräten, Werkzeugen, vorwiegend zu Pfannen, Hacken, Messer und Kaffeemühlen verarbeitet, die besonders nach Holland, England, Frankreich und Rußland verkauft wurden.

In diesen Jahrzehnten, besonders zur Zeit des Siebenjährigen Krieges, standen Handel und Gewerbe der Stubaier in einer Blüte, wie sie nie mehr erreicht wurde. Der freie Verkehr mit dem Auslande war in keiner Weise gehemmt und den Absatz förderte ganz hervorragend die anerkannt gute Ware, die erfolgreich mit der deutschen und englischen im Wettbewerb stand. Für die Güte der Erzeugnisse bürgte die schon damals vorzugsweise fabrikmäßige Herstellung; denn es gab eine große

Digitized by Google

Zahl von Meistern, die jahraus, jahrein nur die gleiche Sorte von Waren schmiedeten, andere wieder gab es, die zwei oder drei Gattungen herstellten, Abb. 2 und 3. Die Zunftgesetze der alten Handwerker, die sonst eine gesunde Entwicklung störten, waren bei den Stubaiern nicht zur unantastbaren Norm erhärtet, und so konnte der Tüchtige erfolgreich an der Verfeinerung seines Erzeugnisses und der Verbesserung der Herstellverfahren arbeiten. Man verschaffte sich sogar Muster, scheute keine

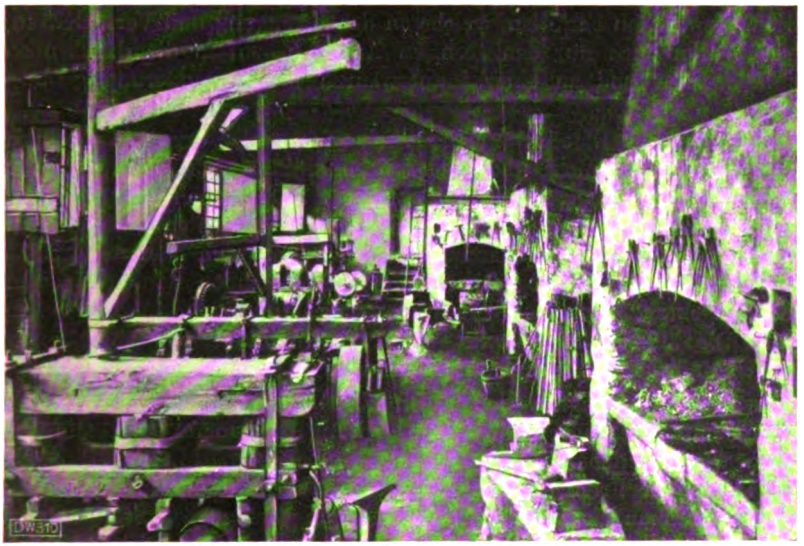


Abb. 3. Blick auf die Feuer der alten Stubaier Hammerschmiede

Versuche, und es gelang z. B. um 1800, Feilen nach englischer Politur herzustellen, deren Güte nichts zu wünschen übrig ließ.

Die Aufhebung der Zünftigkeit und der Zwangsgesetze durch Kaiser Joseph II. wirkte sehr belebend für das Handwerk, die Zahl der Arbeiter erhöhte sich bedeutend und viele tüchtige Gesellen wurden Meister. Der Stubaier Kleineisenindustrie hätte um 1790 die beste Zukunft prophezeit werden können, doch diese glänzende Entwicklung sollte eine empfindliche Störung erfahren, die die Zähigkeit und Tüchtigkeit der Stubaier Schmiede in ihrem schweren Daseinskampf auf eine harte Probe stellte.

Napoleon, der Schrecken Europas, brachte Kriege und Wirren, die kaum enden wollten. Die Absatzgebiete verriegelten sich, wirtschaftliche Unsicherheit und Kopflosigkeit herrschte auf dem Kontinent. Kein Wunder also, wenn die meisten Hämmer am Schlickerbache stillstanden,

Digitized by Google

Not und Armut einen behäbigen Wohlstand verdrängten. Schlag auf Schlag sauste auf die Kleineisenindustrie und ihre Handelshäuser. Unerschwingliche Schutzzölle, ja sogar Einfuhrverbote der noch verschonten Länder, Steigen der Preise für Eisen und Holzkohle, ungeregelter Münzfuß schienen die Unternehmerkraft aufzuzehren. Die Güterwerte nahmen erschreckend ab und den Fabrikanten wurde von den Eisenherren der Kredit gestrichen. Die Wirtschaftslage muß 1806 schon eine sehr bedrohliche Gestalt angenommen haben, wenn in einem Berichte gesagt werden konnte, „daß, wenn diese Verhältnisse noch länger andauern sollten, die meisten Familien, welche an der Erzeugung und Verschleißung dieser Waren auch nur den fernsten Anteil haben, in die drückendste Armut versetzt und zu einer immerwährenden Auswanderung genötigt werden".

Das Maß an Elend war aber noch nicht voll; der Schlickerbach, dieses sonst so harmlose und segensreiche Mühlbächlein, wälzte in den verhängnisvollen Augusttagen des Jahres 1807 schier unermeßliche Mengen Schutt und Steine durch das Dorf, alles vernichtend, was ihm im Wege stand. Zehn große Hammerschmieden und viele andere Gebäude und Schuppen wurden weggerissen, die noch stehenden Bauten bis zum Dache eingemurt, alles das Werk von einigen Minuten. Zwölf Tage lang dauerte das Wüten des Baches, der die Wassermassen schmelzender Lawinen zu Tal förderte und ungeheueres Elend über Fulpmes brachte.

In diesen verhängnisvollen Tagen übernahm ein Mann von seltener Tatkraft, ein glänzender Führer, die Leitung des Dorfes, und sein Andenken wird fortleben, solange es ein Stubai gibt. Michael Pfurtscheller, der Freiheitskämpfer von 1809 und Organisator des neuen Stubaier Eisenhandels ist es, dem die Behebung der großen Schäden zum Großteil zu verdanken ist. Er war es, der die damals in Tirol herrschende bayerische Regierung der drückenden Not der Stubaier Schmiede gemahnte und der Bau des Werkkanals durch das Dorf, der heute noch unschätzbare Dienste tut, wenn um Ampferstein und Saile die Wetter brausen, ist ihre Tat. Der bayerische König Maximilian I. besuchte selbst das verwüstete Fulpmes, begab sich von Schmiede zu Schmiede und half, wo er zu helfen in der Lage war. Doch das größte Wohlwollen und der beste Wille konnten nicht die kaum mehr tragbare Wirtschaftskrise bessern und erst 1814, als Tirol wieder zu Österreich kam, eröffnete sich von neuem das große Absatzgebiet der alten Monarchie und mit der Arbeit zog neues Leben ins Stubai ein. Ungebeugt von den Lasten und Nöten der unheilvollen napoleonischen Kriege begannen die alten Stubaier voll froher Zuversicht auf bessere Zeiten ihre Arbeit, und ihr restloser Fleiß hat verhältnismäßig rasch die grobe Scharte in ihrer Wirtschaft ausgewetzt. 1825 arbeiteten schon wieder 93 Meister mit 130 Gesellen und 100 Hilfsarbeitern. Diese Zahlen erscheinen sehr bescheiden und man könnte geneigt sein, eher von einem Rückschritt

Digitized by Google

als von einem Fortschritt zu sprechen, da die Arbeiterzahl etliche Jahrzehnte vorher bedeutend höher war.

Aber auch hier wie überall machte sich der technische Fortschritt bemerkbar und neuzeitliche Maschinen und Vorrichtungen zielten auf Verminderung der Handarbeit, und den alten Stubaiern wird nachgerühmt, daß sie auf dem Gebiete des einfachen Maschinenbaues ganz Vorzügliches leisteten. Zwei Männer, Grießer und Kapferer, nennt die Geschichte Stubais besonders, die sich selbst Drehbänke, Schleif- und Poliermaschinen bauten und durch ihr glänzendes Vorbild wertvolle

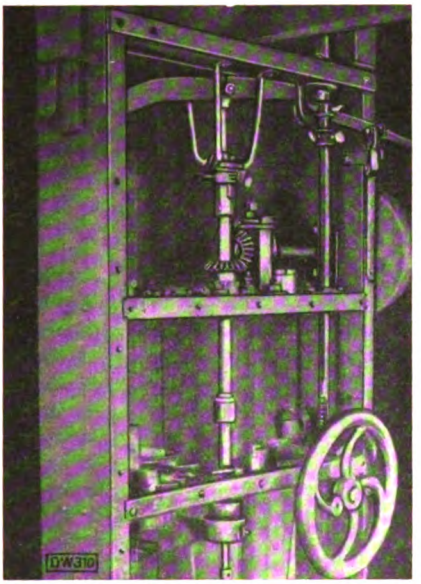


Abb. 4. Bohrmaschine aus dem Jahre 1839

Förderer der Kleineisenindustrie wurden. Ein einfacher Scherenschmied, Namens Gleirscher, baute sich im Jahre 1839 ohne Vorbilder und Zeichnungen eine Bohrmaschine, die heute noch im Betrieb steht, Abb. 4. Das Fachwerk aus starken Lärchenbrettern ist mit Blechstreifen beschlagen und an der Rückwand der Werkstätte dauerhaft befestigt. Beachtenswert ist die dreimalige Lagerung der Bohrspindel, die von der Zugstange über den Querhebel gehoben und gesenkt wird. Die Evolventen-Zähne der Kegelräder sind gefeilt. Diese selbstgebaute Maschine ist eine der wenigen, die noch erhalten sind und die von der Regsamkeit des Stubaier Schmiedehandwerkes Zeugnis ablegen. Die schöpferische Kraft des Fortschrittes verdanken aber die Stubaier außer ihrer Begabung nicht zuletzt ihrer

Digitized by Google

ausgedehnten Handelstätigkeit, die sie in die fernsten Teile Europas brachte und sie stets mit den Wandlungen der Technik vertraut sein ließ und ihren technischen Spürsinn in hervorragender Weise ausbildete.

Will man daher das Dasein der Stubaier Kleineisenindustrie verstanden und erklärt wissen, die heute noch, zwar in modernem Gewande, als wirtschaftlich gesundes Unternehmen besteht und ihre Erzeugnisse sogar bis nach Nordamerika ausführt, muß man unbedingt den Stubaier Eisenhandel kennenlernen, der in seiner Lebhaftigkeit und Anpassungsfähigkeit wohl am stärksten das Leben und Werden der Schmiede beeinflußt hat. Zu Anfang ist schon die ursprünglichste Handelsform genannt, der Hausierhandel mittels Kraxe (Traggestell), der sich nicht nur auf die engere Heimat beschränkte, sondern in allen deutschen Gauen auf diese Weise betrieben wurde. Um 1650 erschienen schon die ersten Stubaier am Rhein. Über geradezu unglaubliche Körperkräfte verfügten diese Eisenwarenhändler, und einer von ihnen soll einmal in Schaffhausen auf dem Mauthause mit acht Zentner Eisenwaren auf dem Rücken angekommen sein, die er vom Stubai her allein getragen hatte, und zum Lohne für diese ungewöhnliche Leistung wurde ihm lebenslänglich Mautfreiheit zuteil.

Ungefähr um das Jahr 1680 wurde die Kraxe mit dem Wagen vertauscht, und geschäftstüchtige hausierende Schmiede widmeten sich mit steigendem Absatz ganz dem Handel und gaben ihr erlerntes Gewerbe auf. Diese Erwerbsteilung war für Schmied und Händler gleich vorteilhaft. Die Schmiede konnten jetzt unbekümmert um den Verkauf viel mehr Ware herstellen, und der Händler war in der angenehmen Lage, sein Kapital für Herstellung und Handel nicht mehr teilen zu müssen, konnte daher größere Einkäufe unternehmen und seine ganze Arbeit dem Vertrieb der Erzeugnisse und der Erweiterung der Absatzgebiete zuwenden. Bald erweiterte sich das Geschäft des einzelnen derart, daß sein Kapital für größere Spekulationen kaum mehr ausreichte und das Geschäftsrisiko immer mehr wuchs.

Der nächste lebenswichtige Schritt wurde getan, als mehrere Händler ihr Kapital zusammenlegten und so die Gründer der Stubaier-Handelskompagnien wurden, deren segens- und arbeitsreiche Tätigkeit der Stubaier Kleineisenindustrie erst die richtige Geltung auf den europäischen Märkten verschafften.

Die ersten Kompagnien entstanden um 1740, vermehrten sich bedeutend in den Jahren 1756 bis 1763 (Siebenjähriger Krieg), und zu Ende des 18. Jahrhunderts waren es ungefähr 20 Stubaier Firmen, die mit ihren Niederlagen in allen größeren Städten Österreichs, Süddeutschlands und der Schweiz den Eisenhandel betrieben.

Interessant und lehrreich ist die Organisation dieser Handelsgesellschaften, die wir heute noch ganz genau kennen. Die Handelskompagnien

Digitized by Google

bestanden aus einem Vorsteher, dessen Namen die Kompagnie als Firma führte, ferner aus Mitgliedern, die nach dem Verhältnis ihrer Einlagen Ganz- oder Halbkameraden hießen und endlich aus den Knechten oder Lehrjungen, die nach erfolgreicher Lehrzeit und erprobter Geschicklichkeit und Treue gegen eine Einzahlung von 500 bis 4000 Gulden Kameraden werden konnten.

Die Abschlüsse erfolgten nach einem oder zwei Jahren und je nach Einlage wurde unter den Kameraden geteilt, jenen Mitgliedern, die eine größere Summe als den Aktienbetrag einlegten, die Dividende in der Form einer fünfprozentigen Verzinsung ausbezahlt, und wurden die Knechte entlohnt. Reisende Handlungsmitglieder, die im Auslande die Jahrmärkte besuchten, erhielten entsprechende Tagegelder.

Alle diese Bestimmungen und Verträge erfolgten nur mündlich auf Treue und guten Glauben hin, und erst die weitere Ausdehnung der Kompagnien, die eine Verwicklung des Handelsgeschäftes zwischen den Gesellschaften zur Folge hatte, gab Anlaß, die Satzungen schriftlich niederzulegen.

Die Verfahren der Stubaier Handelskompagnien und ihre Tätigkeit müssen heute noch als gut anerkannt werden. Jahr für Jahr brachten die heimkehrenden Handlungsreisenden wertvolle Erfahrungen und Neuigkeiten ins Stubai und damit neue Lebenskraft, aber der bedeutende Aufwand der Handlungsmitglieder — um 1780 waren es etwa 350 — auf ihren ausgedehnten Reisen forderte Verringerung der ohnedies hohen Vertriebskosten, und diese Maßnahme führte zu einer fortschreitenden Verschmelzung der Kompagnien.

Die weitaus größte Bedeutung erlangte dabei das Handelshaus des Johann Volderauer, das 1742 gegründet und ab 1811 von Michael Pfurtscheller unter seinem Namen weitergeführt wurde. Dieses Handelshaus mit seinen bedeutenden Führern war bestimmt, die Entwicklung und damit das Schicksal der Stubaier Schmiede in neue Bahnen zu lenken und ihre soziale Stellung von Grund auf zu ändern.

War das Streben des Gründers darauf gerichtet, den Rohstoffeinkauf und den Eisenhandel zusammenzufassen, so ist es das Verdienst seiner Nachfolger, den Stubaier Eisenhandel der Gefahr des Unterganges um die Wende des 18. Jahrhunderts entrissen zu haben und in dieser Zeit bedeutungsvoller Umstellungen, zu denen die Wirtschaftsnot zwang, erscheint Michael Pfurtscheller, der in der Welt gute Schule genossen hatte und sein Können und Schaffen als Schmied, Kaufmann und Organisator ein halbes Jahrhundert lang in den Dienst seiner Heimat stellte.

Die Gefahr zu beseitigen, die die Wirtschaftsohnmacht Europas unter Napoleons Herrschaft heraufbeschwor, wurde für ihn eine Hauptaufgabe seiner Lebensarbeit, die aber nur durch weitestgehende Beschränkung

Digitized by Google

des kostspieligen Kompagniehandels zu lösen möglich wurde. Aus dieser Zwangslage heraus entstanden seit 1804 unter dem Namen der Verleger im Stubai bekannte Handlungen, die an bedeutenden Umschlagplätzen Warenniederlagen für die in- und ausländischen Abnehmer errichteten. Die Reisen zu den Kunden wurden noch fortgesetzt, allein nur so lange, bis feste Beziehungen angeknüpft waren. Mit dieser Umgestaltung erreichte man eine neue Handelsform, den „Kommissionshandel".

Das Verlangen nach Unabhängigkeit und die Scheu vor der Eingliederung in ein großes Ganzes ließ einzelne Handelskompagnien noch über ein halbes Jahrhundert bestehen, bis sie sich, mehr der Not gehorchend, dem mächtig entwickelten Pfurtschellerschen Hause anschlossen.

Michael Pfurtscheller

Ungeheurer Zähigkeit und Ausdauer bedurfte der neu anbrechende Kampf gegen die deutschen und englischen Kleineisenindustrien, die mit der Ausdehnung der Schienennetze den Markt mit ihren Erzeugnissen überfluteten und fortan die Preise senkten.

Diese gefährlichen Konkurrenten, die durch die Gunst der Lage der Stubaier Kleineisenindustrie weit überlegen waren und heute noch sind, waren nur durch ständiges Verbessern der Werkstätteneinrichtungen, weitestgehende Arbeitsteilung, die bei den Pfurtschellern in der Messer- und Besteckherstellung schon zur Fließarbeit ausgebildet wurde, und durch fortwährendes Anpassen an Geschmack und Wunsch der Abnehmer zu überbieten.

Digitized by Google

Mit Stolz können wir heute sagen, daß der klare Blick für die Wandlungen der Bedürfnisse und des Geschmackes des Warenmarktes ein Hauptmerkmal der Stubaier Schmiede gewesen und lange geblieben ist und sie vor der größten Gefahr für das Handwerk, dem Hang am Althergebrachten, bewahrt hat. Betrachtet man die Entwicklung der Stubaier Kleineisenindustrie von der hohen Warte der modernen Technik aus, so ist es durchaus gerechtfertigt, wenn man sagt, daß diese Männer oft Erfindungs- und Organisationsarbeit leisteten, die guter Ingenieure würdig gewesen wäre. Die Abb. 5 bis 8 geben einen Einblick in die Werkstätten.

Nicht zuletzt sind aber die Erfolge das Verdienst der Gesellen und Arbeiter, in denen noch der tiefe Handwerkerehrgeiz steckt und die sittliche Grundidee: „Du mußt für deinen Herrn ebenso fleißig und

Abb. 5. Alte Hausschmiede aus dem 16. Jahrhundert, die als technisches Kulturdenkmal erhalten bleibt.

gewissenhaft arbeiten, wie du es für dich selbst tun würdest!" Die seelische Einstellung dieser Menschen charakterisiert wohl am besten die Antwort eines einfachen Schmiedes, der gefragt wurde, was ihm am liebsten auf der Welt wäre? — „200 Jahr alt werden und immer genug Arbeit haben, wär mir's liebste".

Unter solchen Voraussetzungen wäre der Stubaier Kleineisenindustrie trotz des schweren Existenzkampfes der Weg nach vorwärts frei gewesen, wäre den Nachkommen Michael Pfurtschellers das Können und das Führergeschick ihres Vaters als Erbe mitgegeben worden.

Die Folgezeit entbehrt nicht einer gewissen Tragik, wenn erwogen wird, daß durch die notwendig gewordene Abhängigkeit fast aller Meister vom Pfurtschellerschen Hause, das Wohl der Gemeinde Fulpmes in be-

Digitized by Google

sonderem Maße von der Persönlichkeit und den Fähigkeiten ihres Industrieführers abhängig wurde. Der Niedergang der Stubaier Kleineisenindustrie in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts ist zweifellos diesem Mangel zuzuschreiben. Die Handarbeit blieb vorherrschende Arbeitsweise, von den rasch folgenden Fortschritten der deutschen Kleineisenindustrien hörten die Stubaier Schmiede kaum etwas und erst die schleichende Not ließ sie allmählich ihre Lage erkennen. Bis aber die Zeit der Reife kam, brausten viele andere Stürme über das einsame Bergdorf, die immer neue Sorgen und Unruhen brachten. Die Holzkohle, dieses Lebenselement der Eisenindustrie, verteuerte sich von Jahr zu Jahr in geradezu erschreckendem Maße. War der Bergbau ein Opfer der Holznot geworden, so drohte jetzt der Kleineisenindustrie das gleiche Schicksal!

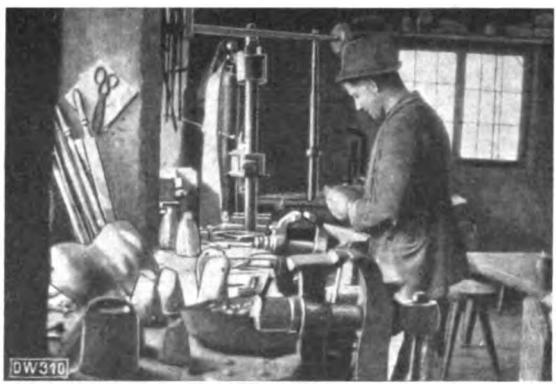


Abb. 6. Kuhschellenschmied

Wohl oder übel mußten sich 1876 die Schmiede entschließen, Steinkohle aus Oberschlesien und Steiermark einzuführen, die, abgesehen von den hohen Frachtkosten, nie den vollwertigen Ersatz für die ideale Holzkohle bieten konnte. Der Glaube, daß nur mit Holzkohle gute Ware zu erzeugen möglich ist, war so tief eingewurzelt, daß erst die unerbittliche Frage um „Bestehen oder Nichtbestehen" das teilweise berechtigte Vorurteil gegen die Steinkohle aufhob.

Die notwendige Einfuhr dieses unentbehrlichen Rohstoffes belastete wiederum ganz erheblich das Unkostenkonto, und eine neue Aufgabe, der Bau einer soliden, kräftesparenden Straße, um die hohen Kosten der Rohstofflieferung auf ein erträgliches Maß zu mindern, stellte sich unerbittlich drängend an die Spitze der zahlreichen Lebensfragen. Der Gemeinde Fulpmes blieb es aber unmöglich, die hohen

Digitized by Google

Baukosten einer solchen Zufahrtstraße, die der sanftsteigenden Linie des Baches von der Stephansbrücke der Brennerstraße aus folgen sollte, allein zu tragen, Staatshilfe wurde nicht geleistet, und so war es wie so oft dem Wagemut einzelner vorbehalten, die schwierige Förderfrage zu einem befriedigenden Abschluß zu bringen.

1904 fand die Eröffnung der Stubaitalbahn statt, einer meterspurigen, elektrischen Bergbahn, die ihr Entstehen außer den interessierten Gemeinden hauptsächlich der AEG Union Wien verdankt, die unter ihren hochverdienten Ingenieuren Eichberg und Winter an dieser Bahn das erstemal Einphasen-Wechselstrom mit Erfolg erprobte.

Ein anderer, schon 100 Jahre alter Wunsch „um eine Schule für die Schmiedelehrlinge, in der sie im Zeichnen und in der Materialenkunde

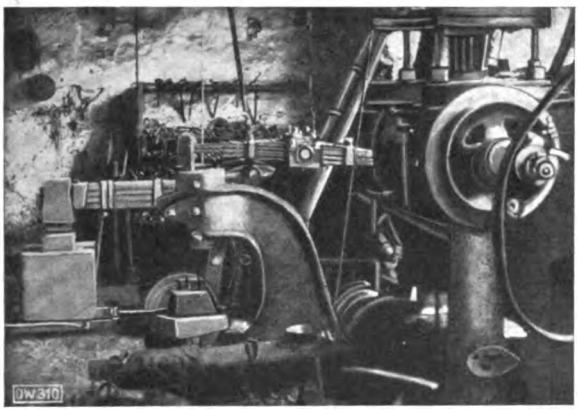


Abb. 7. Schmiede für Gärtnerwerkzeuge mit Aufwurfhammer und Federhammer

unterrichtet werden", erfüllte sich erst 1897 durch den Bau einer Fachschule für Eisen- und Stahlbearbeitung, Abb. 9. Das alte Österreich glaubte oft aus politischen Gründen seine besondere Sorgfalt nichtdeutschen Stämmen des Reichs zuwenden zu müssen, die treuen arbeitsamen Alpendeutschen mußten lernen, aus ihrer Not eine Tugend zu machen.

Wenn man die beiden Jahrzehnte um die Jahrhundertwende die Sturm- und Drangzeit der Stubaier Schmiede nennt, so ist dieser Abschnitt am besten charakterisiert. Die steigende Unzufriedenheit mit der Herrschaft der Pfurtscheller, die fühlbare Wirtschaftsschwäche jedes einzelnen ließen Unabhängigkeitsbestrebungen aufkommen, die einige Jahre später im Genossenschaftsgedanken lebendig wurden. Die ungenügende Bezahlung der Fertigerzeugnisse und der teure Rohstoffeinkauf beim Verleger führte zu einer sehr bedenklichen Abnahme der

Digitized by Google

Warengüte, weil den verarmten Meistern die einzige traurige Möglichkeit blieb, den geringen Verdienst an ihren Waren durch flüchtige Arbeit und durch Verarbeitung minderwertigen Werkstoffes auszugleichen. Die Gefahr war drohend, da bot die Innsbrucker Handels- und Gewerbekammer durch die Verwirklichung des Fachschulplanes die erste Hilfe. Der ausschlaggebendste Schritt geschah ein Jahr später durch den erfolgreichen Förderer der Stubaier Verkehrsfrage, Hofrat Dr. A. Kofler, und die Lehrerschaft der Fachschule mit der Gründung der Werkgenossenschaft der Stu-

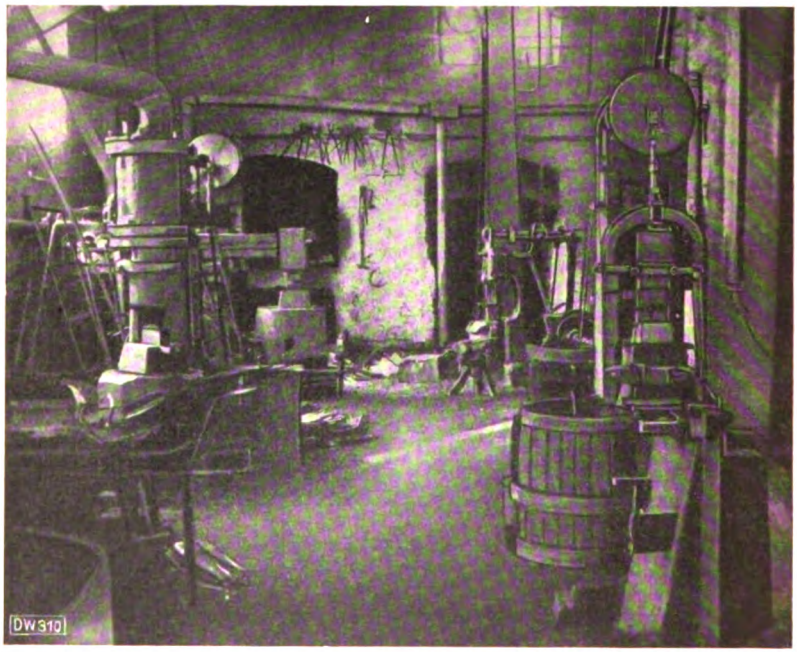


Abb. 8. Maurerkellenschmiede

baier Kleineisenindustrie. Das Streben und die Tat dieser Männer war die rasche Erneuerung der Betriebe, die unzeitgemäße und kostspielige Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen und der Stubaier Ware den alten Ruf zurückzugewinnen. Diesen Absichten widersetzte sich das Pfurtschellersche Haus mit aller Kraft, die ihm noch eigen war.

Ein Unglückstern waltete über dem mächtigen Hause und der letzte Handelsherr von Fulpmes, Karl Pfurtscheller, starb 1895 in den besten Mannesjahren an zerstörter Lebensfreude. Die Führung des Geschäftes gestaltete sich von Jahr zu Jahr schwieriger, eine unver-

Digitized by Google

meidliche Erbteilung forderte 250 000 Gulden Bargeld und 80 000 Gulden waren noch an Außenständen zu decken. Den größten Schaden erlitt aber das Haus durch den technischen Leiter, der in seiner unverzeihlichen Eitelkeit die geistige Hilfe der Fachlehrerschaft schnöde ablehnte und so dem schwer bedrängten Unternehmen die letzte Stütze nahm, die Möglichkeit, mit den rasch folgenden Wandlungen der Technik Schritt zu halten. Diese Stellungnahme gab erst den äußeren Anlaß der Genossenschaftsgründung, die dem Hause Pfurtscheller Kraft und Ansehen nahm. Als fünf Jahre später die Gefahr allmählich zur Katastrophe wurde, er-

Abb. 9. Am Schlickerbach. Fachschule für Eisen- und Stahlbearbeitung

klärte man den erst neunzehnjährigen Erben als volljährig und kurz danach kam die Meldung vom Konkurs des bedeutendsten Stubaier Handelshauses. Die Versteigerung des ausgedehnten Besitzes erfolgte 1902 und trotz der krassen Verschleuderung der Schmieden, Werkstätten, des Stammhauses mit seiner ausgedehnten Ökonomie und vieler anderer Werte war es möglich, die Gläubiger mit 50 vH ihres Guthabens abzufinden, ein Beweis, daß die finanzielle Kraft noch nicht gebrochen war.

Die Industrieanlagen mit dem Verlaghaus erwarb die Werkgenossenschaft, die, durch diese billigen Ankäufe mächtig gestärkt, mit einer Mitgliederzahl von 100 Meistern ihre Bestrebungen unter der Mithilfe des Lehrkörpers der Fachschule ausbauen konnte. Der Absatz war durch den erprobten Kommissionshandel gesichert und so entstand als Haupt-

Digitized by Google

aufgabe des jungen Unternehmens nur der Umbau bzw. die Vergrößerung bestehender Werke und deren Einrichtung nach den neuesten Gesichtspunkten. Der Erfolg dieser letzten und vollständigen Umwandlung der Wirtschaftsform der Stubaier Kleineisenindustrie zeitigte in wenigen Jahren eine nahezu zehnfache Steigerung des Warenumsatzes, ein Beweis, daß durch systematische Organisationsarbeit dieser sterbende Handwerkszweig zu einem Industriebetrieb unter teilweiser Beibehaltung alter Betriebsweisen, überführt werden konnte.

Ein Teilblick in die Schlägerei der Werkgenossenschaft, Abb. 10, mit fünf Brettfallhämmern von 250 bis 800 kg Bärgewicht, einer Friktions-

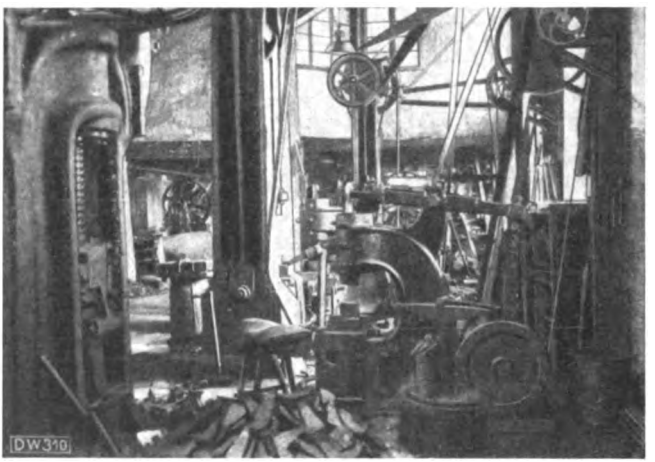


Abb. 10. Schlägerei der Werkgenossenschaft

presse von 250 t Preßdruck, 2 Federhämmern, 1 Lufthammer zum Vorschmieden der Rohlinge, 3 großen und 2 kleinen Exzenterstanzen zum Abgraten, Schneiden und Pressen zeigt die letzte Entwicklungsstufe. Verhältnismäßig spät fand das Schmieden im geschlossenen Gesenk Anwendung. Die Halbfabrikate mit den kantigen Graten erfreuten sich nicht ungeteilter Vorliebe, auch den größeren Werkstoffaufwand scheuten die Schmiede. Aus diesen Gründen ist das Schmieden im offenen Gesenk noch sehr gebräuchlich für die Herstellung einfacher Beißzangen, von Stemm- und Bildhauereisen, Holzbohrern u. a. m.

800 bis 1000 Zangenteile sind bei neunstündiger Arbeitszeit die Durchschnittsleistung eines guten Schmiedes mit Unterstützung von einem Feuerburschen. In zwei Arbeitsgängen Schmieden im offenen Gesenk, Nachschlagen unter einem Riementallhammer durch den Feuerburschen

Digitized by Google

wird das gleiche erreicht wie in der Schlägerei, wo erst in vier Arbeiten (Vorschmieden, Schlagen, Abgraten und Gratabschleifen) der fertige Zangenteil ersteht.

Die Schlägerei ist aber in vielen Fällen nicht zu umgehen und mit der Aufnahme neuer Artikel in das Herstellungsprogramm, z. B. Eispickel, Hämmer, Flach-, Spitz-, Loch- und Plombierzangen, Rebscheren, amerikanische Patentschraubenschlüssel, Dengelapparate u. s. f., führte sich dieses Schmiedeverfahren immer mehr ein. Die Erzeugung ärarischer Massenartikel (alpine Ausrüstung, Pionierwerkzeuge usw.) während des Weltkrieges, mit der strengen Forderung kürzester Lieferfristen, förderte in dieser Hinsicht die technische Entwicklung sehr wesentlich und bot eine gute Vorschule für die Nachkriegsjahre, die mit ihren bekannten Wirtschaftslähmungen auch die Stubaier Kleineisenindustrie schwer trafen. Die früheren Absatzgebiete streben nach Unabhängigkeit, und wenn heute Stubaier Erzeugnisse wie Patentschraubenschlüssel, Schraubenzieher, Spachteln nach Nordamerika ausgeführt werden, so ist das der beste Beweis, daß die Schmiede in Fulpmes dem schwersten Kampf nicht aus dem Wege gehen. War auch das Fulpmer Schmiedehandwerk gleich nach dem Kriege daran, seinen inneren Halt einzubüßen, dadurch, daß engherzige Egoisten, denen die Führung der Werkgenossenschaft anvertraut war, den erworbenen Reichtum unbenutzt in den Wellen der Inflation untergehen ließen und ihre Mitglieder in das überzeugendste Sicherheitsgefühl einwiegten, so ist diese bedauerliche Erscheinung heute überwunden. Mit unglaublicher Zähigkeit und unter den größten Opfern wird wieder an der Verbesserung und Umgestaltung der Betriebe gearbeitet, und mit Freude kann man sagen, daß der Geist der Ahnen erneut in die Herzen der Jungen zieht, und so wird dieses emsige Schmiedevolk, das im Glanze der Stubaier Ferner schon seit Jahrhunderten froh und munter schafft, kein Ende zu fürchten haben.

Digitized by Google

Literatur:

„Stubai, Tal und Gebirge, Land und Leute." Herausgeg. durch die Gesellschaft der Freunde des Stubaitales. Leipzig, Dunker & Humblot 1891.

Erhard, L. und Pösendeiner, H.: Richtlinien der technisch-wirtschaftlichen Gewerbeförderung. Vorträge, gehalten auf dem 2. Internationalen Mittelstandskongresse, Wien 1908. Gedruckt Wien 1910, O. Maass' Söhne.

Weitere Quellen zu der vorliegenden Arbeit ergaben sich aus meinen persönlichen Beziehungen zu der Kleineisenindustrie meiner Heimat, habe ich doch meine ganze Jugend neben den Schmieden verleben können. So lag es nahe, daß ich auch einen Teil meiner Praktikantenzeit in den verschiedensten Betrieben der Werkgenossenschaft verbrachte. Ganz besonders enge Beziehungen zur Stubaier Kleineisenindustrie entwickelten sich seit meiner Mitarbeit an dem Plan, ein Schmiedehaus aus dem Anfang des 17. Jahrhunderts als technisches Kulturdenkmal zu erhalten und zu einem Heimatmuseum auszubauen. Durch die Mithilfe der Werkgenossenschaft wird mit der Ausführung des Gedankens im Jahre 1931 zu rechnen sein, so daß an alter Stätte an der Südgrenze, dem Kleineisengewerbe ein würdiges Denkmal gesichert ist.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge der physikalischen Abteilung im ersten Halbjahr 1930

Die fortschreitende Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik im letzten Jahre kommt auch im weiteren Ausbau der Sammlungen des Deutschen Museums zum Ausdruck.

In der physikalischen Abteilung wurden nicht nur Ergänzungen der bestehenden Gruppen durch Aufstellung historischer und neuzeitlicher Apparate und Demonstrationen gemacht, sondern auch mit Unterstützung der Erfinder, Firmen und des Reichspostzentralamtes Berlin, eine neue Gruppe „Bildtelegraphie und Fernsehen" eingerichtet, durch die die Entwicklung und der heutige Stand dieser neuesten Zweige der physikalischen Technik den weitesten Kreisen gezeigt werden kann.

Die beiden Säle für die genannte Gruppe mußten durch Zusammenrücken der Gruppe „Akustik und Musikinstrumente" gewonnen werden. Die physikalischen Grundlagen der Bildtelegraphie werden durch ein Modell über die punktweise Zerlegung und Zusammensetzung eines Bildes von M. Dieckmann und durch eine Demonstration der Selen- und Photozelle erläutert.

Von Bildgeräten mit elektrochemischem Empfang sind aufgestellt neben dem alten Pantelegraphen von Caselli aus dem Jahre 1865 das Funkgerät von Dieckmann, der Chemograph von Siemens & Halske und der Fultograph, der zur Aufnahme des von einer Bildschallplatte durch eine elektrische Schalldose abgenommenen Bildes verwendet wird. Der Fortschritt in der Leistung dieser Geräte ist durch eine Reihe Originalübertragungen, die in einem Bande unter den Beschreibungen der Geräte angebracht sind, veranschaulicht.

Die Bildgeräte mit photographischem Empfang sind vertreten durch ein Modell des ersten Telautographen von A. Korn aus dem Jahre 1904, ein Funkbildgerät von Korn-Lorenz aus dem Jahre 1928 und schließlich durch das große Fernbildgerät von Siemens & Halske, welches mit 25 Punkten je mm² die Feinheiten einer Photographie wiederzugeben vermag.

Die Grundlagen des Fernsehens werden durch schematische Zeichnungen und durch Demonstrationsanordnungen über die Nipkowscheibe, das Weillersche Spiegelrad und die Kerrzelle erläutert. Der mit Nipkowscheibe, Synchronmotor und Glimmlampe ausgestattete erste Volksfernsehempfänger der Telehor A.G. ist hier gleichfalls aufgestellt.

Den Hauptanziehungspunkt dieser Gruppe stellen die beiden Gegensehzellen des Reichspostzentralamtes Berlin, sowie die betriebsfähige Gegensch-

Digitized by Google

anordnung von Telefunken-Carolus dar. Bei den mit Nipkowscheibe und Glimmlampen arbeitenden Gegensehzellen können sich zwei Besucher von zwei nur durch einen Draht verbundenen Kabinen aus gegenseitig in einer 3×4 cm^2 großen Blendenöffnung sehen und gleichzeitig am Telephon sprechen. Die mit Spiegelrad und Kerrzelle ausgestattete Fernsehanlage von Telefunken-Carolus läßt den Kopf einer vor dem Sender sitzenden Person am Projektionsschirm des Empfängers in natürlicher Größe erscheinen.

Von den Neuzugängen in den bestehenden physikalischen Gruppen seien hier nur einige besonders wichtige erwähnt.

In der Gruppe Mathematik wurden zwei wertvolle Spiralzirkel aus der Renaissancezeit, sowie das Schnittmodell der neuesten Ausführung einer Burroughs Addiermaschine mit Schreibvorrichtung und Motorantrieb, ferner das Modell einer Ebenenführung von Prof. F. Schilling, zur Aufstellung gebracht.

Die Abteilung „Elektrizität" wurde durch einen Versuch zur Hörbarmachung der α Strahlen im Lautsprecher, durch ein auf der Ablenkung des auf eine Photozelle gerichteten Lichtstrahles beruhendes lichtelektrisches Auge von Otto Pressler, Leipzig, durch eine Rotalix Röntgenröhre von C. H. F. Müller, Hamburg, einen Stereoskiographen zur Betrachtung und Ausmessung stereoskopischer Röntgenaufnahmen nach Prof. Hasselwander und ein Mekapion von Dr. Strauss zur Messung der Quantität der Röntgenstrahlung ergänzt.

In der Gruppe „Telegraphie" wurde ein sogen. Springschreiber nach Morkrum-Kleinschmidt aufgestellt, wie er zuerst in Amerika und jetzt auch bei uns zur Herstellung einer direkten telegraphischen Verbindung von Banken, Pressestellen usw. verwendet wird, ferner ein Zweidrahtverstärker für Telephonie von Siemens & Halske, Berlin, sowie drei vom Reichspostzentralamt Berlin gebaute vergrößerte Modelle der Nummerscheibe, der Drehwähler, Hebdrehwähler einer automatischen Telephonzentrale und schließlich die von Prof. Esau entwickelte Gegensprechanlage für drahtlose Telephonie auf Wellen von 3 m Länge.

In der Gruppe Optik ist ein Doppelfernrohr mit Kalkspatprismen-Entfernungsmesser von Moreau Teigne, ein Mikroskop aus dem 18. Jahrhundert von Joh. Milchmeyer, Frankfurt, eine Demonstration des Zeeman Effektes mit Hilfe eines Stufengitters der Askaniawerke, Berlin, ferner ein Polarisationsapparat mit Laurent'scher Halbschattenplatte zur Vorführung der Messung des Zuckergehaltes von Lösungen aus der Drehung der Polarisationsebene neu aufgestellt worden.

Auf der Plattform des 64 m hohen Turmes kommt z. Zt. ein Drehfeuer von Siemens & Halske zur Aufstellung, welches neben drei horizontalen Strahlen auch einen senkrecht nach oben gehenden Strahl erhält, der auch zur Orientierung für Flieger dienen kann.

Über die Neuzugänge in den technischen Abteilungen soll im nächsten Heft berichtet werden.

München, 1. Juli 1930

Dr. Fuchs

Triltsch & Huth GmbH. Berlin S 14

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Jahrgang 1929

Heft 1: Wege und Ziele des Deutschen Museums. Von W. von Dyck, DIN A 5, II/36 Seiten m. 2 Abbild.

Heft 2: Heinrich Hertz. Von J. Zenneck DIN A 5, II/36 Seiten m. 13 Abbildungen

Heft 3: Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst. Von E. Treptow. DIN A 5, IV/48 Seiten m. 42 Abbild.

Heft 4: Der Weg des Geistes in der Technik. Von L. Erhard DIN A 5, IV/30 Seiten m. 55 Abbild. u. 2 Übersichtstafeln

Heft 5: Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung. Von O. von Miller. DIN A 5, II/27 Seiten m. 11 Abbild.

Heft 6: Geschichte der Photographie. Von E. Stenger DIN A 5, IV/44 Seiten m. 15 Abbildungen

Jahrgang 1930

Bisher liegen vor:

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. DIN A 5, II/32 Seiten m. 7 Abbildungen

Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums. DIN A 5, II/32 Seiten m. 15 Abbildungen

Weiter werden erscheinen:

Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.

Heft 5: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

Heft 6: Cranz und Eberhardt, Die moderne Entwicklung der Schußwaffe.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.– (für VDI-Mitglieder RM 5.50), ohne Einbanddecke RM 5.– (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.– (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH, BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Bal
Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und technik

VOM NORISCHEN EISEN ZUM STEIRISCHEN STAHL

VON

K. TANZER

1930

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines Deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des V.D.I., Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 4

VOM NORISCHEN EISEN ZUM STEIRISCHEN STAHL

VON

K. TANZER

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl

Von K. Tanzer

Karg streute die Natur ihre Gaben über die grüne Steiermark. Nur mit einer war sie freigebig, mit dem Eisen!

Dort, wo sich der Bauer, inmitten schneegekrönter Hochgebirgsgipfel, auf dürftiger Scholle nur mühsam ernährt, türmt sich die Riesenpyramide des steirischen Erzberges zum Himmel hinan. Von welcher Seite immer wir diesem Fleckchen Erde zustreben, dem das Land die Bezeichnung „Eherne Mark" verdankt, stets überwältigt uns der Blick in die tief in die Berge eingegrabene alte Bergstadt Eisenerz. Mit dem Erzberg vereinigen sich die benachbarten Nadelwälder und Bergriesen zu einem Rahmen, der durch seine fast erdrückende Nähe und die Mannigfaltigkeit seiner Pracht dem einzigartigen Ortsbild ein ganz unvergleichliches Gepräge verleiht.

Weit über 600 Jahre stand das Land im weiten Umkreis des Erzberges in seinem Segensbereich. Da gabs Leben in den Tälern der Mur und Enns! Von altersher trieben ihre wilden Bergwässer die Wasserräder der gewerbefleißigen Talsassen. Überall leuchteten die Schmiedefeuer und pochten lustig die Eisenhämmer. In den dunklen Forsten glosten und dufteten die Kohlenmeiler und jodelten übermütig die Holzknechte und „Kohlbauernbuam". Da knallten herausfordernd die Fuhrleute auf der alten Eisenstraße von Leoben nach Steyr ihre Peitschen. In langen Zügen schwammen von Hieflau ennsabwärts die eisenbeladenen Flöße zur Donau. Wohlstand lag über dem Land und breitete eine bodenständige, gediegene Kultur über ihm aus.

Schon lange ist dieses emsige, schaffensfreudige Leben in den stillgewordenen Tallandschaften zerstört. Nur die stattlichen Häuser der Hammermeister erinnern noch an jene Zeiten, da die Menschen waldfrisch, mit kerniger Kraft und zufriedenen Herzen ihrer schweren Arbeit nachgingen.

Eine Zahnradbahn führt von Vordernberg nach Eisenerz. Kühn angelegt wie die Semmeringbahn, wetteifert sie aber auch mit Recht mit dieser in bezug auf die Schönheit der von ihr erschlossenen Hochgebirgswelt. Ihren höchsten Punkt erreicht sie bei 1204 m ü. M., wo ein Scheiteltunnel den Prebichlpaß (1238 m ü. M.) durchbricht. Nach Verlassen desselben breitet sich das entzückende Eisenerzer Talbecken aus. Wohin das Auge schweift, sieht es wildzerklüftete Felsgebilde, massig aufgerichtete Berge, dunkelgrüne Wälder und Almweiden. Rechts erhebt

Digitized by Google

sich die wuchtige, selbst im Sonnenglanz düstere Gruppe des Hochschwabs, ihr vorgelagert der Pfaffenstein und die Frauenmauer. Zur Linken ragen die steilen Felswände des Eisenerzer Reichensteins (2166 m ü. M.) auf, an dessen Fuß, durch einen schmalen Streifen (die „Platte") verbunden mit ihm, der steirische Erzberg liegt. Sechzig gewaltige Stufen starren uns entgegen und lassen ihn wie eine ungeheure, rostrote, beiderseits vom Walde eingefaßte Steintreppe erscheinen.

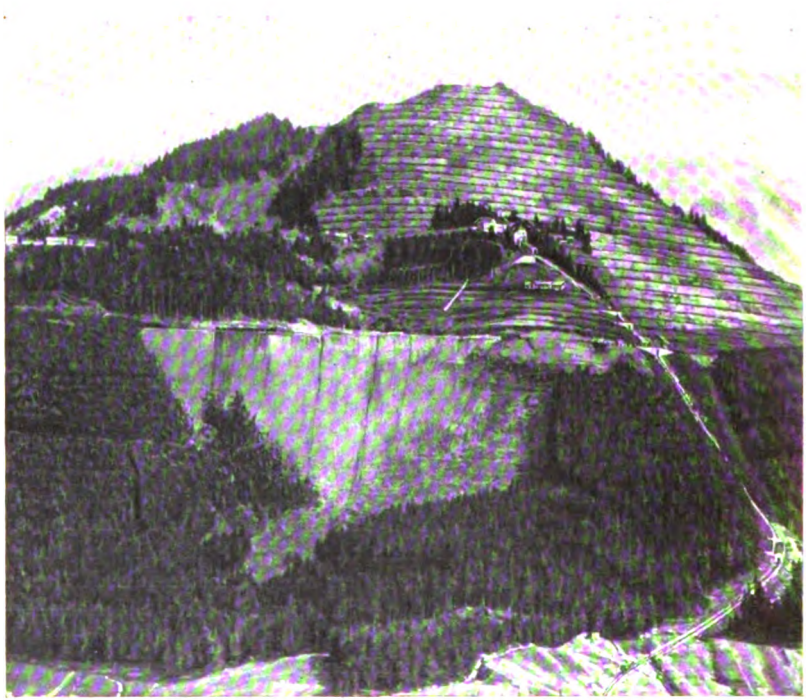


Abb. 1. Ansicht des Erzberges

Zwischen Vordernberg und Eisenerz gelegen, gehört der 1532 m hohe Erzberg, Abb. 1, dem großen Grauwackenzug an, der die ganzen Alpenländer Österreichs durchzieht. Sein Erzlager besteht aus Spateisenstein: teils unverwittert, teils in allen Verwitterungsstufen. Die Erze sind basischer Natur und frei von allen schädlichen Beimengungen. Die rohen Erze haben 38 bis 42 vH metallisches Eisen, die gerösteten bis zu 52 vH. Die vorhandene Erzmasse wird auf über 200 Mill. t geschätzt, also ungefähr 80 Mill. t Eisen. Diese Ablagerung verbürgt bei der jetzigen

Digitized by Google

Gewinnungsziffer eine Ausbeutedauer von rd. 120 Jahren. Die Erzlager setzen auf der gegen Eisenerz gerichteten Stelle am Fuße des Berges ein, breiten sich gegen die Bergspitze immer mehr über die Oberfläche aus und senken sich nach Südosten (gegen Vordernberg) hinab. Die Schichten streichen im untersten Teil flach und richten sich gegen den Gipfel zu steil auf. Die Erze liegen großenteils offen zutage oder sind mit nur einer geringen Tagdecke überlagert. Dieser Umstand, aber auch ihre leichte Reduzier- und Schmelzbarkeit lassen es erklärlich finden, daß der bergbauliche Betrieb sehr weit zurückreicht.

Über die Auffindung der Erze, den Beginn ihrer Gewinnung und Verarbeitung ist Verbürgtes nicht bekannt. Aber zwei Sagen darüber leben im Volksmund fort. Die erste Sage fällt in die Zeit, als die keltischen Noriker das Land bewohnten. Sie ist im Gedicht: „Eisen auf immerdar" von Rudolf Baumbach verwertet und lautet:

„Die Noriker fingen am Leopoldsteiner See, nächst Eisenerz, einen Wassermann, welcher, betrübt über den Verlust seiner Freiheit, nach langen Unterhandlungen folgendes Anerbieten machte: „Ich gebe Euch Gold für hundert Jahr', oder Silber für tausend Jahr', oder Eisen auf immerdar. — Wählt!" Die kriegerischen Noriker entschieden sich für das Eisen. Der Wassermann wies auf die Spitze des Erzberges und benützte den Augenblick, als die Noriker dorthin sahen, um ihnen zu entkommen und sich in die Fluten des Sees zu stürzen."

An der Straße vom Leopoldsteiner See nach Eisenerz, dort, wo der Wassermann den keltischen Ureinwohnern den Erzberg gezeigt haben soll, steht heute das „Herrenkreuz". Hier verrichteten die alten Radmeister, wenn sie, von Steyr kommend, zum erstenmal wieder den Erzberg erblickten, ein Gebet für den Segen des Eisenberges.

Nach der anderen Sage wollten die in diesem Tal lebenden Riesen dadurch den Himmel stürmen, daß sie an die Stelle des heutigen Erzberges, die damals noch Talboden war, Zyklopenmauern errichteten. Da schleuderte der Donnergott auf die Übermütigen einen ungeheuren Berg aus schwerem Eisenerz. Dies ist der heutige Erzberg.

Bis zum 10. Jahrhundert schwebt über die Gegend und den dort betriebenen Bergbau das Dunkel der Geschichte. Erst von dieser Zeit an beginnt es sich zu hellen. Die neuere Geschichtsforschung bestreitet, daß die Römer den Erzberg bearbeiteten und behauptet, daß sie ihn wahrscheinlich gar nicht gekannt haben. Es soll zu dieser Zeit für die vom Westen vordringenden Römer das „wassersturzdurchrauschte Engtal des Gesäuses" eine vollständig ungangbare Wildnis gewesen sein.

Im 5. Jahrhundert kam mit der Völkerwanderung ein keltischer Stamm, die Noriker, in das Land, die infolge der fortwährenden Kämpfe der Waffen, somit auch des Eisens bedurften. Als altes bergbautreibendes Volk haben die Noriker den Erzberg bearbeitet und sich aus seinem

Digitized by Google

Erz die Waffen verfertigt. Römische Händler waren bereits Abnehmer des „norischen Eisens".

Nach der Abwanderung der Noriker drangen Slawen (Wenden) vom Süden vor und setzten sich um die Mitte des 7. Jahrhunderts in den Besitz der Länder, die das ehemalige Norikum bildeten. Ihnen soll die Wiedereröffnung des Betriebes der Eisenerzer Gruben zu danken sein. Im Turmknauf der Kirche St. Oswald in Eisenerz soll im Jahre 1491 eine Handschrift gefunden worden sein, die das Jahr 712 als das Jahr der Wiederinbetriebsetzung der Gruben angab. Der Erzberg wurde zuerst an seinen hochgelegenen Teilen in Angriff genommen. Der gebrochene Eisenstein wurde an Ort und Stelle unter Ausnützung des natürlichen Windes in ausgehöhlten Gruben mit Holzkohle geschmolzen, und auf diese Art Eisen gewonnen.

Im 12. Jahrhundert gelangte die bayrisch-fränkische Einwanderung, planmäßig und großzügig gefördert durch das im Jahre 1074 gegründete Benediktinerstift Admont, zur Geltung. Die neuen Einwanderer traten bald als Bergherren auf, während die Wenden ihre Hörige wurden. Als im 13. Jahrhundert die Bayern festen Fuß gefaßt hatten, erstreckten sich schon ihre Anwesen über den ganzen Berg. Die Ausübung des Berg- und Hüttenbetriebes war aber zu dieser Zeit bereits mit dem Besitz einer Hufe, also an Haus-, Grund- und Waldbesitz am Erzberg verknüpft. Zu jedem Hof gehörte ein bestimmtes Schurfgebiet am Erzberg, Schlag, Ort oder Erzrecht genannt. Ihre Schmelzhütten lagen noch an der Erzgewinnungsstätte. Bei der Gewinnung des Eisens fanden aber schon Tretbälge Anwendung, es wurde also schon mit künstlichem Wind gearbeitet. Statt der ausgehöhlten Gruben gab es gemauerte Herde, die Rennfeuer. Diese verschwanden erst im 14. Jahrhundert, da um diese Zeit der Schachtofen (Stückofen) seinen Einzug hielt.

Der Prebichlpaß bildet die Wasserscheide zwischen Mur und Enns. Bis in das 13. Jahrhundert führten schmale, schwer gangbare Saumpfade über diesen Paß, deshalb war er von jeher eine Scheidemauer zweier völlig getrennter Stätten der Eisenerzeugung. Die Trennung vollzog sich vollständig nach der Einführung des Stückofenbetriebes. Die Öfen waren höher als die Rennfeuer, bedurften also einer größeren Windmenge und man verlegte daher die Schmelzfeuer an die Wasserläufe der beiden am Prebichl entspringenden Bäche, den Vordernberger- und den Erzbach, deren Kraft man nun zum Antrieb der Blasebälge verwendete. Damit übersiedelte der Schmelzbetrieb von der Höhe in das Tal und das Wasserrad fand Eingang.

Während bei den „Hohen Bergwerken" (Edelmetallbergwerke) diese Betriebe Schmelzhütten hießen, tauchte für die Eisenschmelzwerke im Jahre 1389 zum erstenmal der Name „Blahhaus" auf. „Blahhaus", heißt es in den alten Urkunden, „ist jene Hütte, worin man das Erz zu „rauhen

Digitized by Google

Eisen" blähte und schmolz." Im Jahre 1439 erscheint in den Urkunden zum erstenmal die Bezeichnung „Radwerk", während die Besitzer der Blahhäuser „Radmeister" hießen. Radwerk wurde der ganze Besitz eines Radmeisters, also der Erz- und Schmelzbetrieb einschließlich Hof-, Grund- und Waldbesitz genannt. Die Radwerke wurden mit Nummern bezeichnet, der Name des Besitzers trat also nicht in Erscheinung.

Die Anlage der Hofstätten und Blahhäuser auf der Nordwestseite und der Südostseite des Erzberges, also diesseits und jenseits des Prebichlpasses, hatte die Bildung zweier Ortschaften zur Folge, deren Bezeichnung nach ihrer Lage von Leoben aus erfolgte. Nämlich „Innerberg" (Eisenerz) am nordwestlichen, und „Vordernberg" am südöstlichen Abfall des Erzberges. Während die erstmalige urkundliche Erwähnung Vordernbergs erst in das Jahr 1314 fällt, erscheint Innerberg schon im Jahre 1282 in Urkunden als Ortschaft.

Der untere Teil des Erzberges wurde auf der Nordwestseite von den Innerberger Radmeistern abgebaut, die Erzlager auf der Spitze und am südöstlichen Abhang dagegen von den Vordernberger Radmeistern. Eine feste Grenzlinie bestand allerdings schon im 14. Jahrhundert, verpflockt und vermessen wurde sie aber erst im Jahre 1524. Die Höhenlinie Prebichls halbiert nahezu die Höhe des Erzberges über Eisenerz (692 m ü. M.). Durch diese Ebene, die sogenannte „Ebenhöhe", wird der Erzberg in zwei Teile geschnitten. Der obere Teil, nahezu ein Kegel, lieferte die Erze nach Vordernberg, der untere Teil, vergleichbar mit einem Kegelstumpf, gab die Erze nach Innerberg (Eisenerz) ab. Wie der Querschnitt des Erzberges, Abb. 2, zeigt, ist der untere Teil der größere und daher wertvollere Besitz. Heute besteht die Ebenhöhe aus zwei verschieden hochgelegenen Ebenen in einer Höhe von 1140 m und 1186 m ü. M. gelegenen Linien, die durch eine Lotrechte miteinander verbunden sind. Diese Grenzfestsetzung beruht auf einer Vermessung, die im Jahre 1663 neu durchgeführt und verpflockt wurde.

Die beiden Orte waren also zwei vollkommen getrennte und selbständige Betriebspunkte, ihre Anteile am Erzberg waren streng geschieden, die Verschmelzung der Erze und die Weiterverarbeitung des gewonnenen Eisens erfolgte unabhängig voneinander. Diese Trennung erstreckte sich aber weiter auf den Verkauf; denn auch im Handel des fertigen Eisens waren beiden Ortschaften verschiedene Absatzmärkte zugewiesen. Im Jahre 1314 wurde bereits bestimmt, daß „rauhes Eisen" aus Vordernberg nur nach Leoben verkauft und nicht nordwärts über den Prebichl geführt werden dürfte. Das Innenberger Eisen konnte wohl nach Leoben, wenn auch zu einem höheren Preis als das Vordernberger verkauft werden, nahm aber seinen natürlichen Weg, dem Lauf der Enns folgend, nach der Stadt Steyr. Dieser Brauch, den Herzog Ernst der Eiserne am 25. Mai 1415 bestätigte, blieb bis zum Jahre 1782 bestehen.

Digitized by Google

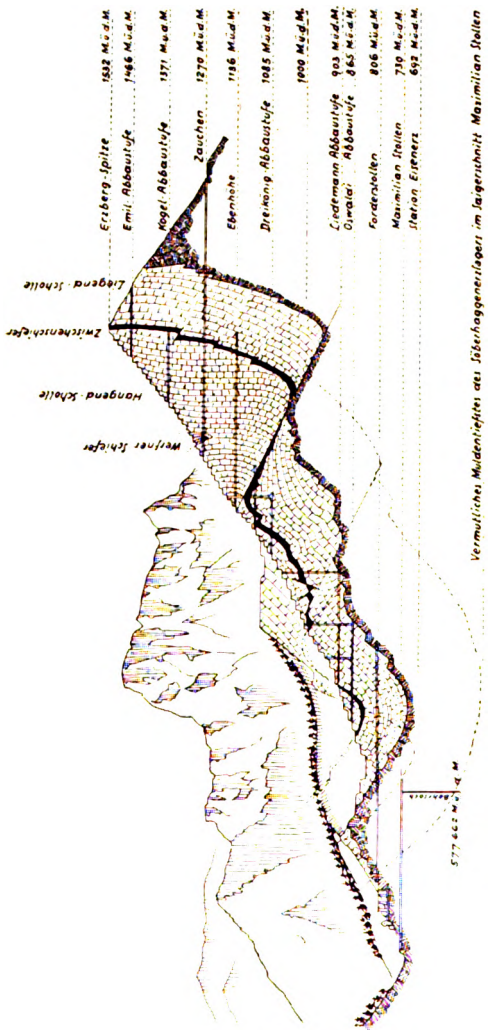


Abb. 2. Querschnitt durch den Erzberg

Das Erz wurde zumeist am Tage gewonnen, wenn auch vielfach mit Schlägel und Eisen längere Stollen getrieben wurden. Vom Beginn des Bergbaues bis zur Anwendung des Schießpulvers am Erzberg (1726) blieb die Abbauweise dieselbe. Bei den niedrigen Schmelzöfen konnte man nur die gut verwitterten Spateisensteine, die Braun- und Blauerze, ver-

Digitized by Google

schmelzen. Man suchte daher diese auf und warf den festen Spateisenstein, „Pflinz" genannt, als wertlos auf die Seite.

Die Beförderung der Erze zu den Blahhäusern war mit großen Kosten verknüpft. Eigene Straßen wurden angelegt, um die Erze mit Pferden und Wagen nach den Schmelzöfen zu bringen. Der Bedarf an Pferden wurde immer größer und damit der Erztransport immer kostspieliger. Im Jahre 1564 wurde der „Sackzug" eingeführt. Das gewonnene Erz wurde in Schweinshäute gefüllt und auf einem Gestell, das vorn niedrige Räder, rückwärts aber Schlittenkufen hatte, auf den steilen Fahrwegen (Sackzugwegen) zu Tal gebracht. Jeder Knappe mußte auf diese Weise täglich einen Wiener Zentner Erz (56 kg) befördern. Als aber die Knappen in den höher gelegenen Orten Wochenschichten machten, also nur Sonntags zu Tal kamen, wurden junge, kräftige Burschen, die „Sackzugträger", eingestellt. Diese Sackzugförderung erhielt sich bis zum Jahre 1820.

Die Sackzugwege liefen in Eisenerz im Krumpental, in Vordernberg am Prebichl zusammen. Von da aus wurde das Erz wieder von Pferden zu dem betreffenden Blahhaus gebracht. Vor dem Blahhaus wurden die Erze sortiert, der schlechte „Pflinz" von dem Braunerz geschieden und letzteres in kleine Stücke zerschlagen, die man über Holzkohlenfeuer drei bis vier Wochen rösten ließ. Das so zum Schmelzen vorbereitete Erz hieß „Grammatl". Die Ausschmelzung erfolgte in den bereits erwähnten Stücköfen nach dem direkten Verfahren. Die Erze wurden in Schichten abwechselnd mit Holzkohlen aufgegeben. Das Rauheisen sammelte sich im Grunde des Ofens und wurde, anfänglich mit Haken durch die Hand, später mit Zange und Kette durch die Wasserkraft, herausgezogen. Man nannte dieses Schmelzerzeugnis „Luppe" oder „Massel". Diese Masseln wurden mit Keilen und Schlegeln in zwei gleiche Teile geteilt, welche Halbmassel hießen. Außerdem erhielt man eine gewisse Menge flüssiges Roheisen, „Graglach" genannt, das entweder noch einmal aufgegeben wurde, oder als minderwertige Sorte in den Handel kam. Ungefähr ⅕ der Gesamterzeugung war Graglach. Die Massel, deren Gewicht ungefähr 10 Zentner war, wurden mit der Marke des Radmeisters versehen.

Das von den Radwerken erzeugte rauhe Eisen enthielt stahlartiges und weiches Eisen. Die äußere Schicht war weiches Eisen, der Kern der Massel Stahl. Nach nochmaliger Ausheizung (Erhitzung) wurden beide Sorten mit einem keilförmigen Hammer getrennt, zerschrottet. Dies erfolgte, solange die Masseln klein waren, durch die Hand, beim Stückofenbetrieb fielen aber die Masseln so groß aus, daß sie durch einen mit Wasserkraft betriebenen Hammer zerschrottet werden mußten. Diese Hämmer waren anfangs mit dem Blahhaus verbunden und wurden „Deutsch-Hämmer" genannt.

Digitized by Google

Frühzeitig machte sich der Holzmangel in der nächsten Umgebung des Erzberges geltend, da bei der unvollkommenen Technik des Stückofenbetriebes der Bedarf an Holzkohle sehr groß war. Für 1 Ztr. Massel brauchte man 40 bis 50 Faß (zu 3 hl) Kohle. Bei der im 16. Jahrhundert üblichen Jahreserzeugung von 10 000 Zentnern rund 500 000 Faß oder rd. 1½ Mill. hl Kohle. Die zu jedem Radwerk gehörigen Wälder genügten bald nicht mehr, zumal die Abstockung planlos, die Aufforstung mangelhaft betrieben wurde und oftmals auch unterblieb.

Die Folge dieser Verschwendung war, daß das Holz bald aus weiter Ferne bezogen werden mußte. Kaiser Maximilian I. wies 1499 den Radwerken große Waldgebiete zu, die im Enns- und Salzatal lagen und „Widmungsbezirke" hießen. Das Anfahren des Holzes zu Land war bei der großen Entfernung dieser Forste unmöglich, es hätte zu große Kosten verursacht. Man verwendete die Flüsse zur Weiterschwemmung des Holzes und fing es am Endpunkt mittelst Holzrechen wieder auf. Bei Hieflau entstand 1502 ein solcher Holzrechen, dessen Ruinen heute noch zu sehen sind. Im Jahre 1564 entstand ein zweiter bei Reifling, am Zusammenfluß der Salza mit der Enns, den der berühmte Tiroler Mechanikus und Baumeister Gasteiger aus 8000 starken Baumstämmen erbaute. Gasteiger war es auch, der die Enns von Hieflau bis Steyr schiffbar machte. Bei den Rechen wurden Kohlenbrennereien errichtet, von wo die Radmeister ihre Kohlen bezogen.

Die Holznot, das Erbübel des Erzberges, zwang zu einer Trennung der Blahhäuser von den Hammerbetrieben. Die Hammerwerke wurden in Gegenden angelegt, wo sie mit ihrem Holzbezug den Radwerken nicht Eintrag tun konnten. So entstanden in weiter Entfernung vom Erzberg selbständige Hämmer, die von den Radmeistern errichtet wurden. Noch am Ende des 15. Jahrhunderts gab es Familien, die Rad- und Hammerwerke gleichzeitig im Besitz hatten. Die Radmeister waren aber bald außerstande, beide Betriebe, die für die damalige Zeit räumlich sehr entfernt lagen, gleichzeitig zu führen. Die Hämmer gingen deshalb in das Eigentum anderer Personen über, der „Hammermeister", wie sie genannt wurden.

Im Gegensatz zu den Deutsch-Hämmern der Radwerke, die den ganzen Prozeß der Verarbeitung der Halbmassel in Stahl und Eisen mit einem Hammer durchführten, entstanden unter den neuen Hammermeistern Hämmer, die die Scheidung in Stahl und Eisen durch große und schwere, langsam gehende Hämmer besorgten, während die weitere Bearbeitung und Herstellung der feineren Sorten kleine und leichte, schnell gehende Hämmer bewerkstelligten. Der große Hammer trennte die Sorten, das Eisen wurde „geschlichtet". Die äußere Schicht war Schmiedeeisen, nach dem Kern zu Stahl. Diese Sorten, „Kloben" oder „geschlichtetes Zeug" genannt, kamen zur weiteren Ausschmiedung in die kleinen Hämmer, die „Zainhämmer", wo die Kloben zu verschie-

Digitized by Google

denen Sorten verarbeitet wurden. Durch solche Arbeitsteilung erzielte man eine viel schnellere und sorgfältigere Arbeit und einen geringeren Verlust an Eisen. Diese Hammerwerke bezeichnete man als „welsche Hämmer".

Das Weicheisen wurde zu Stangeneisen oder Zaineisen in Stäbe ausgeschmiedet. Sie dienten für die Ausschmiedung zu Blechen und aus ihrem Abfall wurde das Drahtziehereisen hergestellt. Den Rohstahl verarbeitete man zu gemeinem oder gezaintem Stahl für die Hackenindustrie. Aus dem Mittelstahl wurde der gezainte Frumbstahl hergestellt, der als Frumbwerksorte zu Vorderhackenstahl (Hackenschneiden) gemacht wurde. Die beste Qualität, den Vorderkernstahl, schmiedete man in den kleinen Hämmern zu Scharsachstahl aus und verwendete ihn für die Schwerter- und Sensenerzeugung. Dieser Scharsachstahl war die gesuchteste Sorte.

Die Verarbeitung des Eisens aus den beiden Radwerkgebieten bedeutete bald die Haupterwerbsquelle des steirischen, nieder- und oberösterreichischen Grenzgebietes. Man nennt heute noch dieses im weiten Umkreis des Erzberges befindliche Gebiet „Eisenwurzen". Die Bevölkerung der Eisenwurzen stand mit der Erzeugung und Verarbeitung des Eisens entweder direkt, als Knappen, Schmelzer oder Schmiede, oder indirekt, als Holzknechte, Köhler, Fuhrleute und Flößer, im Zusammenhang.

Ein Hammer verarbeitete bis ins 16. Jahrhundert eine Wochenerzeugung des Radwerkes, Wochenwerk genannt. Dieses Wochenwerk war ursprünglich 36 Zentner und stieg später durch Vergrößerung der Stücköfen auf die vierfache Menge. Der Hammermeister holte wöchentlich selbst das Eisen vom Radwerk ab. Es wurde vom Blahhaus in das Amtshaus zur Waage gebracht, abgewogen und an den Hammermeister verkauft. Der Kaufpeis mußte sofort bar vom Hammermeister erlegt werden.

Die Beförderung des Eisens vom Erzberg nach den Hammerwerken erfolgte durch Lohnfuhrwerke. Der ganze Straßenzug von Leoben bis Steyr wurde die Eisenkammerstraße genannt. Der Fuhrlohn nach den ferngelegenen Hämmern wurde immer höher, und man verfrachtete es von Hieflau ennsabwärts auf Flöße. Am Flußufer bestanden eigene Landungsplätze, bei denen das Eisen abgeladen und auf Wagen zu den Hämmern geführt wurde. Steyr war ein Hauptumschlagplatz für die Flößerei. Ein Ennsfloß führte gewöhnlich 60 Zentner Eisen.

Der Innerberger Anteil des Erzberges war bis zum Jahre 1626 unter 19 Radwerke, der Vordernberger bis in die 60er Jahre des verflossenen Jahrhunderts unter 14 Radwerke aufgeteilt.

Die Ergiebigkeit der Erze wechselte, zumal man damals nur die Braun- und Blauerze verwenden konnte, deren Vorkommen aber sehr veränderlich war. Die Zeit, in der die Erzgewinnung reichere Erträge bot, nannte man „Wierde" (Würde), die Zeit, in der sie stockte, hieß

Digitized by Google

„Unwierde". Die Klüfte und Spalten des Erzlagers bergen einen schneeweißen, korallenartigen Aragonitsinter, der einer Blüte täuschend ähnlich ist. Die häufigsten Funde dieses Aragonits fielen meist mit einer „Wierde" zusammen, da er ja Begleiter des wertvollen Blau- und Brauneerzes ist. Die Bergleute nannten daher dieses wunderbare, seltsame Mineralgebilde doppelsinnig „Eisenblüte".

Um bei schlechtem Geschäftsgang die empfindliche Last der Betriebsführung zu vermindern, wurden die am Eisenwesen beteiligten Kreise zur Sicherung des aufrechten Bestandes der Werke herangezogen. Es geschah dies durch ein Vertragsverhältnis, den „Verlag", der für das Eisenwesen am Erzberg überaus kennzeichnend war. Dieser Verlag war ein Lieferungsvertrag, durch den der Abnehmer dem Erzeuger ein unverzinsliches Darlehen vorstreckte und sich gleichzeitig verpflichtete, bei gutem oder schlechtem Geschäftsgang eine bestimmte Menge seines Erzeugnisses wöchentlich gegen Barzahlung abzunehmen. Der Erzeuger mußte sich dafür aber seinem Verleger gegenüber verpflichten, eine bestimmte Menge seines Erzeugnisses zu liefern. Der Radmeister erhielt vom Hammermeister ein solches unverzinsliches Darlehen, der Hammermeister seinerseits wieder vom Eisenhändler. Ohne Verlag keine Lieferung! Es sollten auf diese Weise jene Kreise, die durch die Verarbeitung des Roheisens bzw. durch den Handel mit Eisen und Eisenwaren ihr Einkommen fanden, auch für die teilweise Deckung des Anlagekapitals sorgen.

Der Abschluß eines solchen Verlages wurde in Vordernberg schon früher als in Eisenerz urkundlich beglaubigt. Die Vordernberger Hammerstätten waren infolge der Gebirgsgestaltung meist in weiter Entfernung vom Erzberg angelegt, so daß die Hammermeister nicht direkt in Handelsbeziehungen mit den Radmeistern treten konnten. Sie konnten nicht selbst den wöchentlichen Einkauf des Roheisens besorgen und als Zwischenglied traten die Leobener Rauheisenhändler ein, die das Wochenwerk eines jeden Vordernberger Radmeisters übernahmen und es an die Hammermeister ihres Gebietes verkauften. Die Leobener Rauheisenhändler gaben also sowohl den Vordernberger Radmeistern wie auch den Hammermeistern ihres Gebietes unverzinsliche Darlehen mit der Verpflichtung, daß diese ihre Erzeugnisse den Leobenern überließen. Die Steyrer Verleger gaben nur den Hammermeistern ihres Gebietes ein Darlehen, da diese mit den Innerbergern Radmeistern direkte Handelsbeziehungen durch den Abschluß eines Verlages pflegten.

Das unverzinsliche Darlehen richtete sich nach der Höhe der Erzeugung. Die Radmeister bekamen in der Regel 4000 Gulden, die Hammermeister 4800 Gulden vorgestreckt. Sowohl der Rad- wie auch der Hammermeister hafteten für das Darlehen, das halbjährlich kündbar war, mit ihrem ganzen Besitz.

Digitized by Google

Eisenerz und auch Vordernberg erlebten um die Wende des 16. Jahrhunderts einen bedeutenden Aufschwung, die Belegschaft vermehrte sich und somit auch die Bevölkerung. Das wenig fruchtbare Gebiet reichte aber nicht zur Belieferung der Bevölkerung mit Lebensmitteln aus. Diese wurden aus den Tälern der Ybbs, Krems, Erlauf und der Mur bezogen. Für die Lebensmittel erhielten die Händler als Bezahlung von den Radmeistern Abfalleisen und Graglach und diese Eisensorten bezeichnete man als „Provianteisen". In diesen Proviantbezirken entstanden bald Hämmer, die das Provianteisen verarbeiteten. Die Eisenhämmer von Purgstall, Scheibbs, Gresten und Ybbsitz verdanken ihre Gründung dem Provianteisen. In diesen Ortschaften befinden sich heute noch blühende Werkzeug- und Kleineisenindustrien. Zur Versorgung Vordernbergs mit Lebensmitteln erschien im Jahre 1539 eine Verordnung des Landesfürsten, daß keiner Roheisen von Leoben wegführen durfte, der nicht Lebensmittel für den Erzberg als Gegenfuhr herbeigebracht hatte.

Fünfundzwanzig Kilometer vor der Einmündung der Enns in die Donau, die einst Österreichs wichtigste Verkehrsader war, entstand die Stadt Steyr. Ihr Wachstum, ihr Gedeihen und ihren einstigen Wohlstand verdankt sie dem Erzberg und ihrer Lage an dem Zusammenfluß der Enns und des Steyrflusses. Die breite, tiefe Enns führte ihr schon frühzeitig das altberühmte Eisen vom Erzberg zu, während die wildströmende Steyr die Kraft zur Bearbeitung lieferte. Im Jahre 983 als „Styrapurch" von den Grafen von Wels und Lambach — die Geschichte nennt sie die „Traungauer Markgrafen" — gegründet, nahm sie bald einen mächtigen Aufschwung, und schon 1287 bekam sie Stadtrechte und das Privileg zum Eisenhandel. Fast 500 Jahre blieb dieses Vorrecht ihr erhalten. Waidhofen an der Ybbs, das ähnlich günstig zur Donau liegt, war volle zwei Jahrhunderte ihr Widersacher um das Recht des Alleinbezuges von Innerberger Eisen. Es kam wiederholt zu Streitigkeiten, die Kaiser Maximilian I. im Jahre 1500 endgültig zugunsten Steyrs entschied. Von da ab war ihre Vormachtstellung im Eisenhandel unbestritten. Sie hieß nun landesfürstlich privilegierte Niederlagstadt.

Die Steyrer Verleger gelangten bald zu großer Macht und großem Reichtum. Wer heute die nächste Umgebung von Steyr durchwandert, dem werden sicherlich die vielen Schlösser und Edelsitze auffallen, die einst Wohnsitze der reichgewordenen Verleger waren.

Die Ansammlung der Erzeugnisse der Hammerwerke hatte die gewerbliche Entwicklung der Stadt Steyr und der angrenzenden Teile des ober- und niederösterreichischen Alpenvorlandes stark beeinflußt. Zahlreiche Werkstätten entstanden, die sich mit der Herstellung von Messern, Sensen, Schwertern, Nägeln usw. befaßten, s. a. Abb. 3 und 4. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts waren in Steyr allein 300 Messerermeister mit 150 Gesellen ansässig. Die Sensenindustrie hingegen war in den Orten des Kremstales, wie Kirchdorf, Michldorf, aber auch im Ybbstal heimisch.

Digitized by Google

Sie war nicht in kleine Betriebe zersplittert, sondern die Werkstätten beschäftigten meist zehn und mehr Gesellen und fertigten täglich 70 Sensen und darüber an.

Die Erzeugnisse gingen über Wien nach Ungarn und dem Balkan, auf dem Donauweg nach Passau, Regensburg und Ulm. Die Nürnberger Kaufleute lieferten die Messerschalen und nahmen fertige Messer dafür in Zahlung. Gute Stahlsorten gingen nach Köln und von da in die Niederlande. Ja sogar nach den Hansastädten wurden die Stahlwaren

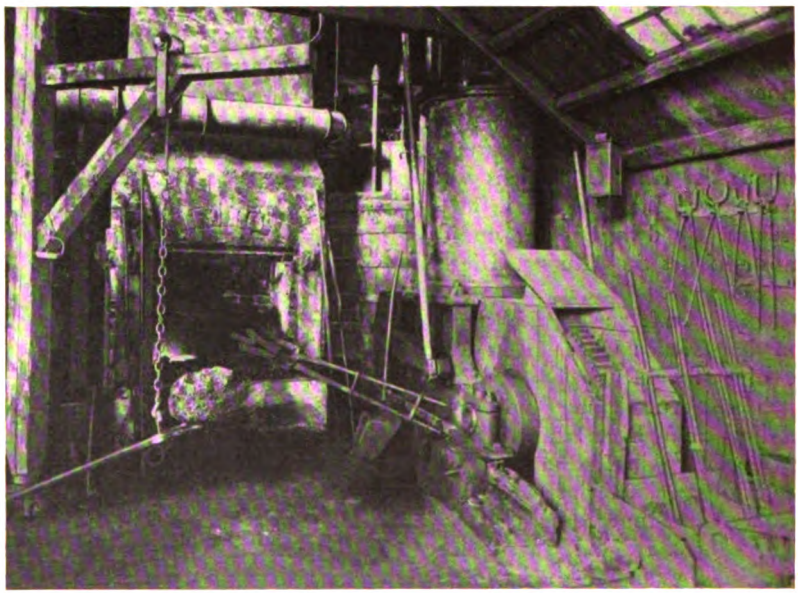


Abb. 3. Altes steyrisches Frischfeuer
(Aus dem Technischen Museum, Wien)

aus dem „steyrischen Eisen" geliefert, von wo sie den Weg nach England und Spanien machten. Die Messer und Sensen von Steyr waren sehr begehrt und gingen über den damaligen Weltstapelplatz Venedig nach dem Orient. Im Jahre 1545 wurden in Steyr ungefähr 8000 Zentner Frumbwerksorten in der Klingenherstellung verarbeitet.

Um 1560 herum war der Eisenhandel ausschließlich in die Hände weniger Familien gelangt, die auch die Stadtverwaltung an sich brachten. Diese Familien beachteten nicht die vorgeschriebene Eisensatzordnung, sie nahmen höhere Preise als vorgeschrieben, vernachlässigten die Ver-

Digitized by Google

sorgung des Inlandes mit Eisen, schickten die besten Stahlsorten in das Ausland, um die dortigen höheren Preise einzustecken und es entstand Arbeitslosigkeit in der Steyrer Kleineisenindustrie. Sie bekam von den Händlern keinen Stahl zugewiesen und mußte feiern. Wiederholte Mahnungen des Landesfürsten blieben von den Verlegern unbeachtet. Sie hatten zu dieser Zeit fast die Hälfte aller Hammerwerke in ihrem Besitz und die übrigen Hammermeister wurden von ihnen so rücksichtslos ausgebeutet, daß sie dem Ruin nahe waren. Auch viele Radwerke am

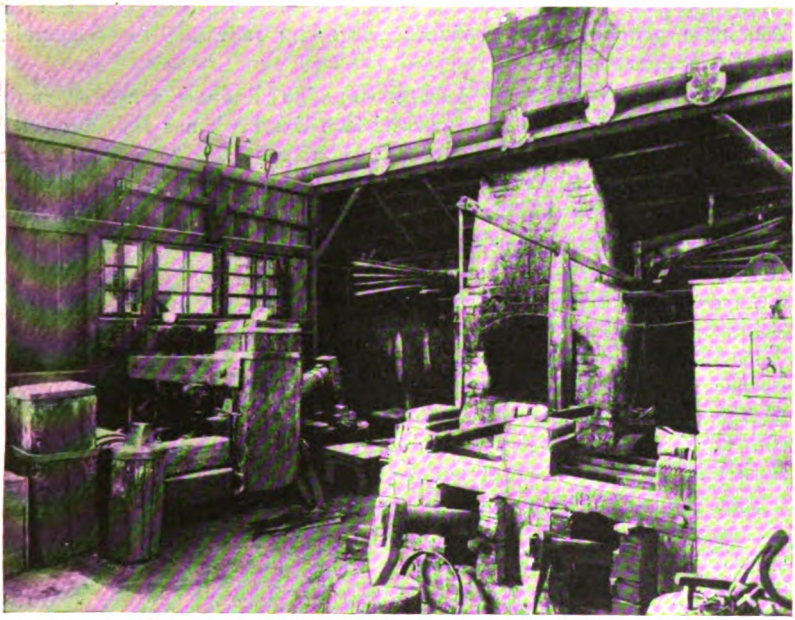


Abb. 4. Alter Sensenhammer
(Aus dem Technischen Museum, Wien)

Erzberg waren in den Besitz von Gliedern dieser Familien gekommen, die die Herren des steyrischen Eisens geworden waren.

Dieser Zustand, der die Existenz tausender Menschen diesen skrupellosen Verlegern auslieferte, wurde unhaltbar. Im Volke gärte es, es kam zu Aufständen der ausgebeuteten Handwerker, gewaltsam wurde im Jahre 1563 den bisherigen Verlegern die Herrschaft in der Stadtverwaltung entrissen. Es wurde eine Eisenhandelsgesellschaft gegründet, der jeder Bürger von Steyr angehören konnte, der eine Einlage erwarb. Durch diese Gründung wurden die früheren Händler ihrer Machtstellung beraubt,

Digitized by Google

und sie zogen sich vom Eisenhandel feindselig auf ihre Edelsitze zurück. Da die aufzubringende Summe von den Bürgern allein nicht gezeichnet werden konnte, wurden Darlehen aufgenommen, die die Bezieher der Stahlwaren, besonders die Kaufleute von Passau, Regensburg und Nürnberg, gaben. Die Stadt haftete mit ihrem Besitz dafür.

Leoben bildete für Vordernberg das Seitenstück zu Steyr. Seine Lage an der alten Römerstraße von Italien nach der Ostmark und die unmittelbare Nähe des Erzberges machten es frühzeitig zu einem Handelsplatz für Eisen. Nachdem es bereits 1314, wie schon erwähnt, das Privilegium zum ausschließlichen Handel mit Vordernberger Eisen erhalten hatte, gründeten die Leobener Bürger im Jahre 1415 eine gemeinsame Verlagsgesellschaft.

Diese Verlagsgesellschaft kaufte von den Radmeistern das rauhe Eisen und überließ es den Hammermeistern des Leobener Gebietes unter der Bedingung, daß sie das daraus „geschlagene Zeug" ihr lieferten. Sie verdienten also doppelt, und ihre Teilhaber gelangten zu großem Reichtum. Dieses Vorrecht blieb der Stadt bis zum Jahre 1782 erhalten.

Auf dem Vordernberger Eisen beruhte die berühmte Sensenindustrie in Kindberg, Judenburg, Knittelfeld und Rottenmann. Aber auch die für die damalige Zeit riesenhaften Hammerwerke, wie in Oberwölz und Thörl, verdanken ihre Entstehung Leoben. Eine Kleineisenindustrie, wie sie der Steyrer Bezirk aufweisen konnte, entwickelte sich nicht im Leobener Gebiet. Dafür aber die Stahlverfeinerung im Mürztal, deren Mittelpunkte, Mürzzuschlag und Kapfenberg, in den Jahren um 1850 herum zur Tiegelgußstahlerzeugung übergingen und bis heute darin eine herrschende Stellung behaupteten.

Eine lange Blütezeit, die bis 1570 währte, war über alle mit dem Innerberger Bergsegen verknüpften Glieder des Eisenwesens gekommen. Für zahllose Hände der Arbeiter und die unternehmenden Köpfe der Gewerken floß eine ergiebige Verdienstquelle. Es war die Zeit, da der Steyrer Volksmund den Erzberg als einen Laib Brot pries, von dem sich jeder sein Stück herunterschneiden könne. Der „gebenedeite" Erzberg war der höchste Stolz des Landes und seine wichtigste Nährquelle geworden.

Für den Innerberger Anteil begann um das Jahr 1590 ein langer Zeitabschnitt traurigsten Niederganges, an dessen Ende eine wahre Lawine schwerster Schicksalsschläge über ihn hereinbrach. Am 30. September 1567 trat, eine Folge der Waldverwüstung, katastrophales Hochwasser auf, und zerstörte viele der am Unterlauf der Enns angelegten Hammerwerke. Feuersbrünste in Eisenerz legten die Radwerke still, Mißernten häuften sich, die Lebensmittel verteuerten sich, die Löhne stiegen, die dadurch wieder steigenden Eisenpreise brachten Stockungen im Absatz. Dazu kam die Gegenreformation. Der Bauernaufstand, hervorgerufen

Digitized by Google

durch die Gegenreformation, ergriff Steyr und den umliegenden Landstrich. Die Arbeiter schlossen sich zum Teil den aufständischen Bauern an. Die Mittel der Verlagsgesellschaft erschöpften sich, die reichsdeutschen Geldgeber zogen ihre Gelder zurück, kurz, im Jahre 1620 stand das ganze Eisenwesen auf der Innerbergerr Seite des Erzberges vor seiner Auflösung.

Die landesfürstliche Regierung griff nach langem Zaudern endlich mit fester Hand ein, löste die Einzelbetriebe auf und faßte die drei Glieder des Innerberger Eisenwesens, also die Rad- und Hammermeister und die Steyrer Verlagsgesellschaft zu einer Körperschaft zusammen. Sie ging dabei von der Rechtsanschauung aus, daß dem Landesfürsten als oberstem Bergherrn nicht nur der Bergbau, sondern auch die zu seinem Betriebe notwendigen Mittel, die Rad- und Hammerwerke, Wälder und Gewässer usw., als Kammergut vorbehalten seien. Aus diesem Hoheitsrecht leitete der Landesfürst die Befugnis ab, das Eisenwesen in jener Weise neu zu gestalten, die für die Gesundung des Kammergutes am ersprießlichsten schien. Das war die Zusammenlegung der Einzelbetriebe in eine große Gewerkschaft, die Enteignung der Gewerken im Interesse des Kammergutes.

Am 20. Oktober 1625 erfolgte die Gründung der Körperschaft als „Innerberger Hauptgewerkschaft", die in dieser Form bis zum Jahre 1868 bestand, s. a. Abb. 5. Die Reste der rad- und hammermeisterlichen Vermögen und die Forderungen der Steyrer Verlagsgesellschaft an die ersteren wurden als Einlagekapital betrachtet. Es setzte sich zusammen:

Gesamtschätzwert der Radwerke	257 109	fl. 58	kr.
dgl. der Hammerwerke	487 672	fl. 65	kr.
Nach Abzug der Forderungen der Verleger blieben			
als Einlage des Radmeistergliedes	155 775	fl. 13½	kr.
„ „ des Hammermeistergliedes . . .	240 275	fl. 56	kr.
Die Forderungen der Verleger, somit ihre Einlage	348 731	fl. 53½	kr.
also die Gesamthöhe aller Einlagen . . .	744 782	fl. 23	kr.

Die Hauptgewerkschaft stellte ihren Gesellschaftern, „Mitgewerken" genannt, über ihre Einlagen unter Angabe der Beträge auf den Namen lautende Verschreibungen (Einlagescheine) aus und verpfändete ihnen den gesamten Besitz der neuen Gesellschaft samt allen Vorräten mit dem Vorrang vor allen Forderungen.

Für die Einlagen wurden den Gesellschaftern eine 5 vH Verzinsung auf Rechnung des Gewinnes zugesichert, der Rest des Gesellschaftserträgnisses war am Ende des Jahres nach Aufstellung und Genehmigung der Bilanz auszuzahlen.

Digitized by Google

Die Rad- und Hammermeister, die dem Ruin nahe waren, mußten sich fügen. Aber auch für die Steyrer Verlagsgesellschaft bedeutete diese Lösung die einzige Möglichkeit, eine Verzinsung ihrer Forderungen an die Rad- und Hammermeister zu erreichen.

Abb. 5. „Innerberger Stadel" in Steyr.
Eisen- und Getreidespeicher der Innerberger Hauptgewerkschaft

Die Oberleitung der ganzen Gesellschaft war in den Händen der zwölf „Vorgeher", von denen je vier aus jedem der drei Gewerkschaftsglieder, dem rad- und hammermeisterlichen und dem Verlagsglied, gewählt wurden. Der oberste Vorgeher präsidierte in diesen Beratungen. War keine Einigung zu erzielen, so war die Entscheidung des Kammergrafen einzuholen. Das Kammergrafenamt war eine landesfürstliche Behörde, die im Jahre 1626 mit dem Amtssitz in Eisenerz eingesetzt wurde

Digitized by Google

und deren Aufgabe es war, die Gebarung der Hauptgewerkschaft zu überwachen. An der Spitze stand der landesfürstliche Kammergraf.

Das ganze Eisenwesen wurde, wie man es heute nennt, rationalisiert. Von den 19 Schmelzöfen wurden vier, von den 44 Hammerwerken siebzehn aufgelassen, während die Erzeugung der übriggebliebenen Werke so gesteigert wurde, daß sie höher als früher war. Die Hauptgewerkschaft arbeitete anfänglich sehr gut und im Jahre 1639 wurden 14 vH des Einlagekapitals ausgeschüttet. Die Jahreserzeugung war von 36 000 Ztr. im Jahre 1626 auf 70 000 Ztr. im Jahre 1669 gestiegen. Mit der Erzeugungsziffer stand aber der Absatz nicht im Einklang. Die Folgen des Dreißigjährigen Krieges machten sich bemerkbar, der Verkauf an die reichsdeutschen Kaufleute sank immer mehr, der inländische Markt bot dafür keinen Ersatz. Die Vorräte an Eisen, besonders an wenig gangbaren Sorten häuften sich so an, daß der Landesfürst im Jahre 1669 bestimmte, daß jährlich nur 15 000 bis 17 000 Ztr. Eisen und Stahl erzeugt werden durften.

Dieses sinnlose Drauflosarbeiten, die andauernde Stockung des Absatzes und die Unredlichkeiten einzelner Vorgeher und Beamten brachte die Gesellschaft an den Rand des Abgrundes, so daß Ende Oktober 1668 die Einstellung des Betriebes unvermeidlich schien. Wieder griff die Regierung ein und sie schloß mit den Gläubigern einen Vergleich. Die Schuldsumme wurde fast zur Hälfte gestrichen, der Restbetrag mußte von den Gläubigern zehn Jahre gestundet werden, und der Zinsfuß wurde auf 6 vH herabgesetzt. Wer von den Gläubigern nicht zustimmte, wurde durch die kaiserliche Verordnung vom 28. August 1670 dazu verpflichtet.

Die unmittelbare Leitung der Hauptgewerkschaft übernahm der Kammergraf, ohne dessen Zustimmung kein Vertrag, kein An- und Verkauf und auch kein Geschäft abgeschlossen werden durfte. Die Wiederherstellung des Kredites und ausgiebige Ersparungen in der Wirtschaftsführung bewirkten, daß zu Ende des Jahres 1691 alle Schulden getilgt waren. Die Gewerken erhielten allerdings vom Jahre 1668 bis zum Jahre 1738 keine Verzinsung ihrer Einlagen.

Mitte des 18. Jahrhunderts, nachdem sich die ersten Stürme, die dem Regierungsantritt der Kaiserin Maria Theresia gefolgt waren, gelegt hatten, nahm Industrie und Gewerbe in Österreich einen großen Aufschwung. Eisenmangel machte sich fühlbar und veranlaßte die Regierung, den beiden Radwerksgebieten, Vordernberg und Innerberg eine Erhöhung ihrer Erzeugungsmenge vorzuschreiben. Eine gründliche Ausgestaltung der Betriebe setzte ein. Im Jahre 1762 wurde der Stückofenbetrieb durch den Floßofen abgelöst. Während der Stückofen ein Erzeugnis lieferte, das bereits Stahl und Schmiedeeisen enthielt, gewann man im Floßofen reines Roheisen, das einen Frischprozeß durch-

Digitized by Google

machen mußte, um Stahl und Eisen zu werden. Das Rösten der Erze in offenen Röstfeldern wurde 1767 eingestellt und dafür Röstöfen in Betrieb genommen.

Die neuen Schmelzöfen, die anfänglich 5 bis 6 m, bald aber 8 m hoch waren, bedurften kräftigerer Gebläse als bisher, um eine starke Verkohlung des geschmolzenen Eisens zu erreichen. Dieses Eisen sammelte sich nicht mehr in einem Klumpen, sondern im flüssigen Zustand am Boden des Ofens und wurde durch das Abstichloch von Zeit zu Zeit in ein Sandbett abgelassen. Die in dem Sandbett erkaltete Eisenplatte wurde in Stücke zerschlagen, die unter dem Namen „Flossen" an die Hämmer abgegeben wurden.

Während beim Stückofenbetrieb zur Entfernung der Massel die Ofenbrust aufgerissen und der Schmelzbetrieb eingestellt werden mußte, konnte bei der Floßeisenerzeugung derselbe so lange fortgesetzt werden, bis das Ausbrennen der feuerfesten Verkleidung ihre Erneuerung erforderte. Auf diese Weise wurden damals in einem Floßofen in 24 Stunden durchschnittlich 156 Ztr. Erz und 120 Faß (zu 3 hl) Holzkohle aufgegeben und 60 Ztr. Flossen erschmolzen. Man rechnete einschließlich des Kohlenabriebes auf den Zentner Roheisen 2½ Faß (zu 3 hl) Holzkohle. Ein Ofen erzeugte bis Anfang 1800 jährlich 18 000 Ztr. Flossen. Erst durch die um diese Zeit eingeführten Verbesserungen im Hüttenbetrieb, dem Übergang zum Hochofenbetrieb, hob sich die Erzeugung auf das doppelte.

Das Floßeisen wurde in den der Floßeisenverarbeitung angepaßten Hämmern weiter verarbeitet, es wurde „ausgefrischt". Im Gebiet um den Erzberg nannte man dieses Verfahren „Zerrennen". Die Flossen kamen in den Frischherd. In der 16stündigen Schicht wurden drei bis vier „Rennen", jedes mit 150 Pfund (0,56 kg) Flosseneinwaage, gemacht.

Je nachdem nun das Roheisen zu weichem Eisen oder Stahl umgewandelt werden sollte, geschah das Frischen oder Rennen in den Weich- oder Hartzerrennhammerwerken. Vor Beginn des Zerrennens zu Weicheisen wurden die Flossen in besonderen, offenen Öfen einige Stunden durchgeglüht, „gebraten". Die weitere Ausschmiedung des Weicheisens geschah in den Streckhämmern, die Umarbeitung des in den Hartzerrennhämmern gewonnenen Rohrstahls in den Gerbstahlhämmern zu raffiniertem Stahl. Für das Zerrennen des Floßeisens waren für jeden Zentner Einwaage ungefähr 5½ Faß Holzkohle erforderlich.

In dem zuletzt geschilderten Zeitabschnitt erstreckte sich die Erzeugung auf folgende Handelssorten:

An Stahl: Scharsachstahl (beste Qualität), Kern- und Rohstahl (fehlerfreie Stahlgattungen, von welchen der Kernstahl sich durch besondere Härte auszeichnete), Mock (ein eisenschüssiger Rohstahl),

Digitized by Google

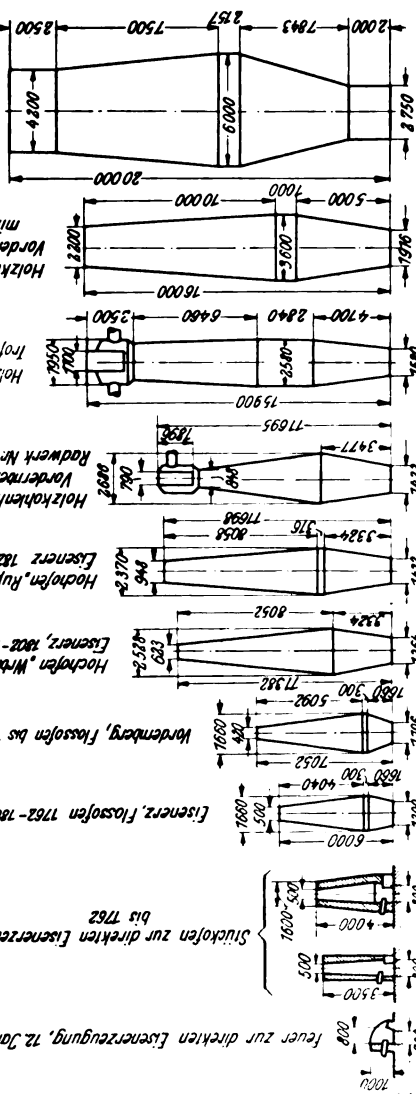


Abb. 6. Entwicklung der Hochöfen
(Nach Prof. Franz Kuppelwieser und Franz Ritter von Ferro)

Digitized by Google

Mittelzeug (eine Mengung von Mock und Rohstahl) und Hammereisen (ein stahlartiges Eisen). An Eisen: Ziehereisen, Stangeneisen, Frimeisen, Hackeneisen, Gattereisen, Stegreif- und Zaineisen, Riegeleisen, Büchsenbrand, Reif- und Rameisen, Achs- und Pflugblecheisen, Harnisch-, Schloß- und Frimblech.

Der Eisenmangel um 1750 machte sich derart fühlbar, daß böhmisches und mährisches Eisen mit Freipässen zur Einfuhr in Innerösterreich zugelassen wurden. Im Innerberger Absatzgebiet, das eine ausgedehnte Kleineisenindustrie zu versorgen hatte, machte sich die Eisennot besonders bemerkbar, so daß Vordernberg wiederholt einspringen mußte. Die bislang so strenge Überwachung der Grenze des Innerberger- und Vordernberger Verschleißbezirkes, wurde durch den Eisenhunger entbehrlich.

Nun begann die Regierung an dem festgefügten Bau der alten Verkehrsordnung zu rütteln und im Interesse eines leichteren Handels die ärgsten Hindernisse und Belastungen zu beseitigen. Wohl blieb noch die alte Organisation des Eisenwesens, das Zunftwesen mit allen Vorzügen und Mängeln, unverändert, aber die Freizügigkeit der Meister und Gesellen wurde eingeführt. Während aber England und Preußen die Bildung von Großbetrieben im Eisenwesen begünstigten, konnte in Österreich die zünftlerische Engherzigkeit, die immer noch die Erzeugung und den Absatz regelte, nicht beseitigt werden. Wie folgenschwer dies später sein sollte, werden wir noch hören.

Die liberale Gewerbepolitik Kaiser Josefs II. begann diesen Bann zum Teil zu durchbrechen. Aber auch in dieser Blütezeit wehrten sich die Hammerwerke und die Kleineisen- und Sensenschmiede verzweifelt gegen eine Störung durch Unzünftige. Am 29. Oktober 1781 erschien das berühmte Patent Kaiser Josefs II., mit dem alle bisherigen Verkaufsordnungen und Preisfestsetzungen aufgehoben wurden. Damit war die Handels- und Gewerbefreiheit, zum Teil wenigstens, angebahnt. Durch dieses Patent erlangte die Hauptgewerkschaft die freie Verwaltung, die mit Beginn des Jahres 1783 in Wirksamkeit trat. Das landesfürstliche Kammergrafenamt in Eisenerz wurde zu diesem Zeitpunkt aufgelöst und die Leitung der Hauptgewerkschaft ging auf die Stadt Steyr über, die in der Zwischenzeit Besitzerin der Verlagsgesellschaft und damit Hauptteilhaberin der Hauptgewerkschaft geworden war. In Steyr wurde eine Direktion errichtet, der die Radwerksleitung in Eisenerz und die in Weyer an der Enns eingesetzte Inspektion der Hammerwerksbetriebe unterstanden.

Die Unmöglichkeit, den Gewerken der Hauptgewerkschaft die bei der Gründung zugesicherte Verzinsung des Einlagekapitals, die vom Jahre 1668 bis 1738 ganz ruhte, in den späteren Jahren aber wiederholt nicht gezahlt werden konnte, jemals tilgen zu können, war Veranlassung,

Digitized by Google

diesen Rückstand, der schließlich die Summe von 429 847 Gulden erreichte, im Jahre 1770 dem ursprünglichen Einlagekapital zuzuschlagen, so daß es auf 1 174 629 Gulden anwuchs. Ankäufe von Wäldern, Hammer- und Hüttenwerken erfolgten bald seitens der neuen Direktion, wodurch eine allmähliche Erhöhung des Einlagekapitals auf 2 Millionen Gulden eintrat.

Im Jahre 1798 ging der Kapitalsanteil der Stadt Steyr an die neugegründete Kanal- und Bergbaugesellschaft über. Diese Gesellschaft bildete sich im Jahre 1796, um einen Kanal von Wien bis Triest zu bauen und Kohlenvorkommen, die man auf der zu erbauenden Kanal-

Abb. 7. Donawitz

strecke zu finden hoffte, auszubeuten. Die Mehrheit der Anteilscheine waren vom kaiserlichen Familienfond gezeichnet worden. Der Nennwert der im Besitz der Stadt befindlichen Anteilscheine der Hauptgewerkschaft betrug 941 302 Gulden, für den die Stadt einen Kaufpreis von 685 000 Gulden bekam.

Durch diesen Ankauf übernahm die Kanal- und Bergbaugesellschaft die Direktion der Hauptgesellschaft. Der Kanalplan konnte nicht verwirklicht werden und der kaiserliche Familienfond löste im Jahre 1801 die Anteile der Privatgesellschafter der Kanal- und Bergbaugesellschaft ein. Der kaiserliche Familienfond erwarb nach und nach die Anteile einer Anzahl von Gewerken und damit ging die Mehrheit des

Digitized by Google

Einlagekapitals auf ihn über. Im Jahre 1807 trat der Familienfond seine Einlage an das Montanärar ab, das nun die Oberleitung der Hauptgewerkschaft ausübte. Der Fiskus vermochte, unter wenig wählerischer Ausnützung seiner Machtmittel, die Anteile der meisten Mitgewerken an sich zu bringen, so daß von dem Einlagekapital von 2 Millionen Gulden schließlich nur noch 48 289 Gulden in Händen privater Gewerken verblieben. In Eisenerz wurde eine Direktion des Montanärars errichtet, die schon nach wenigen Jahren mit ganz ausgezeichnetem Erfolg arbeitete.

Zu diesen günstigen Ergebnissen trug in erster Linie der Übergang zum Hochofenbetrieb bei, aber nicht zuletzt die Verhüttung der in ungeheueren Mengen an den alten Schmelzhütten durch Jahrhunderte angesammelten eisenreichen Stückofenschlacke. Die Hochöfen unterschieden sich von den Floßöfen nur durch ihre größere Höhe, arbeiteten infolgedessen mit großer Kohlenersparnis. Der erste Hochofen, dem in den nächsten Jahren zwei weitere folgten, wurde im Jahre 1802 angeblasen. Bis zum Jahre 1829 standen zur Winderzeugung Spitzkastengebläse aus Holz in Verwendung, erst von da ab bürgerten sich gußeiserne Zylindergebläse ein. Der Antrieb der Gebläse erfolgte immer noch mit Wasserrädern. Das Blasen mit erhitzter Luft wurde zuerst in Hieflau am 19. Oktober 1840 in Anwendung gebracht, während in Eisenerz dieses Verfahren erst im Jahre 1843 zur Einführung gelangte. Damit sank der Verbrauch an Holzkohle auf 1½ Ztr. für einen Zentner Roheisen, s. a. Abb. 6.

Das Verdienst um die Ausgestaltung des Eisenwerkbetriebes in Innerberg gebührt dem Berg- und Hüttenverwalter Sybold, der auch beim Bergbau einschneidende Änderungen einführte. Er ersetzte im Jahre 1820 die bis dahin übliche Sackzugförderung durch ein System von Bremsschacht- und Bremsbergförderungen. Sybold übernahm im Jahre 1830 als k. k. Gubernialrat die Gesamtleitung der k. k. Eisenwerksdirektion in Eisenerz und seine erste Aufgabe in dieser Eigenschaft war, gleich Friedrich Krupp in Essen a. d. Ruhr, die englische Alleinherrschaft auf dem Gebiete der Tiegelgußstahlerzeugung zu durchbrechen. Nach erfolgreichen Versuchen wurde im Jahre 1836 eine Gußstahlhütte in Eisenerz errichtet, die bald einen anerkannt vorzüglichen Tiegelstahl herstellte. Auf der Gewerbeausstellung im Jahre 1842 in Berlin bekam die Hütte für die ausgestellten, aus Tiegelstahl gefertigten Gegenstände die silberne Medaille zuerkannt. Im Jahre 1843 erzeugte Eisenerz bereits 2000 Ztr. Tiegelstahl. Die Schmelztiegel bestanden aus zwei Teilen Graphit, der am Kaiserberg bei Leoben gewonnen wurde, und aus einem Teil reinen Ton von Pöchlarn an der Donau.

Wie gestalteten sich nun die Verhältnisse — soweit sie bisher nicht erwähnt sind — während des bisher geschilderten Zeitraumes im Vordern-

Digitized by Google

berger Radwerkgebiet? Die dortigen Radmeister verstanden es ihren Einzelbetrieb zu behaupten, alle waren aber in die Abhängigkeit der Leobener Verlagsgesellschaft geraten. Die Radwerke wechselten oftmals ihre Besitzer, bis die Leobener alle Radwerke in ihre Hände gebracht hatten. Aber die zu Ende des 16. Jahrhunderts eingetretene Krise im Eisenhandel zwang sie, die Radwerke, bis auf zwei, wieder an andere Gewerken zu veräußern. Der Dreißigjährige Krieg machte sich in den vom Vordernberger Gebiet versorgten Ländern nicht so ungünstig bemerkbar, wie dies die Innerberger zu spüren bekamen. Deshalb ent-

Abb. 8. Eisenerz mit Erzberg

wickelte sich im Laufe der Zeit bei den Vordernberger Radmeistern ein großes Unabhängigkeitsgefühl, das jeden innigeren Zusammenschluß verhinderte.

Mit Ausnahme eines Vorgehers, den sie aus ihrer Mitte wählten und der die Radmeister den Behörden gegenüber vertrat, verband sie kein gemeinsames Zusammenarbeiten. Erst um das Jahr 1769 kauften und betrieben sie auf gemeinsame Rechnung das Radwerk Nr. 6. Die Sorgen und Nöten um billige Lebensmittel verkittete später ihren losen Zusammenhalt durch den gemeinsamen Ankauf einiger Bauerngüter. Im Jahre 1791 wurde von ihnen ein Kohlenverein gegründet, der den gegen-

Digitized by Google

seitigen Wettbewerb beim Kohleneinkauf ausschalten sollte. Der Vertrag war aber so allgemein gehalten und ohne rechte bindende Kraft abgefaßt worden, daß ihn niemand hielt und er dadurch wirkungslos blieb.

Gegensätze trennten sie weder in ihrem Eisenabsatz, noch in der Preisbildung. Der Leobener Markt nahm meist ohne Schwierigkeiten ihre erzeugte Eisenmenge ab und die Preise waren landesfürstlich geregelt. Es gab also keinen Wettbewerb mit seinem unausbleiblichen Kampf. Ihre Betriebe und Arbeitsweisen lehnten sich völlig denen der Innerberger Hauptgewerkschaft an. Was aber diese voraus hatte, war der nach einem einheitlichen Betriebsplan durchgeführte Abbau des Erzlagers. In dieser Hinsicht bestand bei den Vordernberger Radmeistern eine überaus heillose Verwirrung.

Der Besitz der Vordernberger Radmeister war in zahllose Grubenfelder, die obendrein ganz durcheinander lagen, zersplittert. Die Grubenmaße waren ursprünglich in der Höhe und Breite, nicht aber in der Tiefe begrenzt. Die Grenzen dieser rings um den Berg liegenden Grubenfeldern überschnitten sich in der Tiefe. Wohl wurde später die Festsetzung in die Tiefe nachgeholt, aber durch die unvollkommenen Meßgeräte so, daß sich jeder Übeltäter damit entschuldigen konnte, die Grenze im guten Glauben verletzt zu haben. Die Folge war, daß jeder Radmeister das Erz dort aufsuchte und abbaute, wo ihm eine reiche Ausbeute winkte. Damit durchkreuzten sich nicht nur die Interessen der Besitzer, sie unterbauten sich gegenseitig die Stollen, Bergbrüche traten auf und verschütteten gerade die reichsten Aufschlüsse für immer.

Ein Mann trat nun auf den Plan, der es sich zur Aufgabe machte, diesem unheilvollen Zustand ein Ende zu bereiten. Es war Erzherzog Johann, der Bruder Kaiser Franz I., der im Jahre 1822 durch den Erwerb des Radwerkes Nr. 2 Radmeister geworden war. Er verstand durch sein schlichtes, einfaches Auftreten sich das Vertrauen und die Liebe seiner Mitbürger — er fühlte sich zeitlebens als Bürger — in hohem Maße zu erwerben. Seine Persönlichkeit war über leutselige Herablassung und fürstliches Wohlwollen erhaben. Er war ein ganzer Mann, und nur er konnte sich an die Lösung dieser heiklen Aufgabe heranwagen. Jahrelang unterhandelte er mit den übrigen Radmeistern und am 29. Juni 1829 unterfertigten sie alle, bis auf den Besitzer des Radwerkes Nr. 7, die Urkunde, die sie zu einer Genossenschaft vereinigte.

Sämtliche Gewerken, unabhängig von der Größe ihres Besitzes an Grubenfeldern, traten ohne jede Entschädigung ihr Eigentum am Erzberg der gebildeten „Kommunität" ab. Die Leitung des Bergbaues wurde dem Bergverwalter Johann Dulnig übertragen, der sie im Jahre 1831 übernahm und an die Neugestaltung des Betriebes schritt. Der Bergbau wurde einheitlich betrieben, die Förderung mittelst Sackzuges

Digitized by Google

eingestellt und durch Stollen, Schächte und Bremsberge auf eine zeitgemäße Grundlage gestellt. Der Abtransport der Erze mit einfachen Pferdegespannen wurde durch die Erbauung der heute noch bestehenden Erzbahn bedeutend verbessert. Die Vorratshalden für das Erz wurden zu gemauerten Behältern, Röstöfen, Erzquetschen und Rätter aufgestellt. Im Jahre 1847 war dieses gewaltige Werk vollendet, die Erzbahn beförderte das Erz nach Vordernberg und nur die Erzfuhren des Radwerkes Nr. 7 ratterten auf der holprigen Straße von Prebichl zu Tal.

Abb. 9. Holzkohlenhochofen Vordernberg

Erzherzog Johann, der im Jahre 1837 das Radwerk Nr. 5 noch an sich gebracht hatte, war aber auch bahnbrechend in der Kohlenversorgung. Auf seine Veranlassung kaufte die Kommunität die Staatswälder in Göß, die dem Erzbistum Seckau gehörigen großen Forste in Seckau und die große Waldherrschaft Kallwang. Schließlich krönte er sein Werk durch die Gründung einer Berg- und Hüttenschule in Vordernberg, deren Leitung der nachmalige Nestor des österreichischen Eisenwesens, Peter Tunner, im Jahre 1840 übernahm. Diese Schule war die Vorgängerin der heutigen Montanistischen Hochschule in Leoben. Mit rastloser Tatkraft, mit unendlicher Geduld und Ausdauer erreichte Erzherzog

Digitized by Google

Johann dieses Ziel, wobei er niemals das Gewicht seiner Abstammung in die Wagschale zu werfen brauchte.

Mächtige Nebenbuhler machten dem steirischen Eisen seinen alten Rang auf dem Weltmarkt, besonders auf dem Balkan und im Orient, streitig. Eine Reihe aufsehenerregender Erfindungen rief einen gewaltigen Umschwung in der Weltwirtschaft hervor. Die Dampfkraft hielt ihren Einzug, und mit einem Schlag setzte ein gegen früher ganz erheblicher Bedarf an Eisen ein. England wurde die Wiege umwälzender Erfindungen auf dem Gebiete der Massenerzeugung des Flußstahls. Durch die günstigen politischen Verhältnisse des Landes, gestützt auf seinen Reichtum an hochwertiger Steinkohle, bekam die britische Eisenindustrie Riesenkräfte. Nun begann der aussichtslose Kampf der Wasserkraft und Holzkohle gegen den Dampf und die Steinkohle.

Jetzt offenbarte sich unheilvoll die Schwerfälligkeit und der zünftlerische Eigensinn der alten Meister, die dem Fortschritt des Eisenwesens zum Großbetrieb im Wege gestanden hatten. Der Mangel an Steinkohle, die Schwäche der Wasserkraft gegenüber der gewaltigen Dampfkraft führten den Untergang der vielen kleinen Eisenwerke herbei. England, der gefährliche Gegner, der durch seine straffe Organisation bald die Weltmärkte beherrschte, engte den Absatz des steirischen Eisen und der aus ihm gefertigten Waren dadurch beträchtlich ein. Aber auch die mächtig aufstrebende deutsche Eisenindustrie mit ihren Werkstätten in Westdeutschland, machte sich stark bemerkbar. Das Ausland arbeitete nicht besser, die hohe Güte des steirischen Stahls blieb unbestritten, die Konkurrenz arbeitete aber billiger. Der unvermeidliche Untergang der kleinen Rad- und Hammerwerke, von Erzherzog Johann und Peter Tunner vorausgesehen, war gekommen.

Überall begann an Stelle der Einzelbesitzer zu dieser Zeit nun die durch den Großbetrieb bedingte Form der Aktiengesellschaft zu treten. Auch der staatliche Betrieb wußte sich nicht mehr zu behaupten. Die Geldnot des Staates nach dem unglücklichen Krieg des Jahres 1866 zwang ihn zum Verkauf der alten Innerberger Hauptgewerkschaft. Sie gelangte im Jahre 1868 in die Hände einer Aktiengesellschaft, um als zweite Innerberger Hauptgewerkschaft ein kurzes Leben zu fristen. In Vordernberg wechselten viele Hochöfen ihre Besitzer. Radwerk Nr. 2 und 5 sowie Nr. 3 kamen in den Besitz der Vordernberg-Köflacher Montanindustrie Gesellschaft. Radwerk Nr. 9 und 13 gingen in die Hände der St. Egydyer-Kindberger Gesellschaft über. Das Radwerk Nr. 7, dessen eigenbrötlerischer Eigentümer, Ritter von Friedau, sich von der Vordernberger Radmeister-Kommunität ferngehalten, wurde in die Steirische Eisenindustrie-Aktiengesellschaft umgewandelt.

Alle diese Gründungen nahmen ihren Abschluß dadurch, daß am 19. Juli 1881 aus den vorher angeführten Gesellschaften und der Hütten-

Digitized by Google

berger Aktiengesellschaft die Österreichisch-Alpine Montan Gesellschaft gebildet wurde. Diese neue Gesellschaft übernahm den gesamten Betrieb auf dem Erzberg und gestaltete ihn durchgreifend um. Er wird im Sommer als stufenmäßiger Tagebau (die Stufenhöhe schwankt zwischen 9 und 13 m) unter Verwendung von Dampfschaufeln geführt, dagegen im Winter als unterirdischer, richtiger bergmännischer Betrieb ausgeübt.

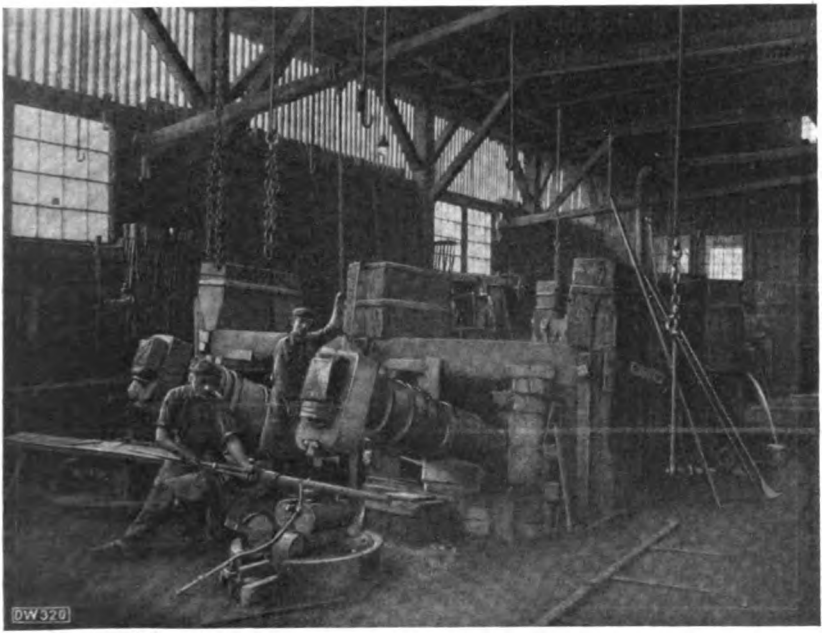


Abb. 10. Altes Schwanzhammerwerk der Gebr. Böhler A.-G.
Der Hammer fiel neuen Federhämmern zum Opfer

Der Zusammenschluß dieser meist auf der Vordernberger Seite liegenden Gesellschaften erforderte die Lösung der Frage, ob das Schwergewicht der Verarbeitung der Erze und des aus ihnen erzeugten Eisens in das Enns- oder Murtal verlegt werden sollte. Das Ennstal lag günstig zur Donaustraße für den Absatz des Eisens, aber auch für den Bezug des Kokses aus dem Norden des alten Österreichs. Die großen Industrieanlagen hätten aber erst geschaffen werden müssen. Im Murtal befand sich eine schon ziemlich gut ausgebildete Großeisenindustrie. Auch Vorkommen guter Braunkohle zur Weiterverarbeitung des Eisens lagen

Digitized by Google

in unmittelbarer Nähe. Schließlich stand ein geschulter Arbeiterstamm für den Stahl- und Walzwerksbetrieb hier zur Verfügung. Man entschied sich für das Murtal und schuf die fehlende Bahnverbindung zur Erzbeförderung von Eisenerz nach Vordernberg. Schon im Jahre 1891 wurde diese Bahn — sie ist als Zahnradbahn auf der Strecke Krumpental bis Prebichl nach dem System Abt erbaut — dem Betrieb übergeben.

Trotz der großen Nachfrage nach Holzkohleneisen konnte der bisherige Betrieb nicht mehr in gleicher Weise fortgeführt werden. Der unersättliche Bedarf der Öfen hatte die Wälder gelichtet und die in ihre Nähe gerückten Eisenbahnen entführten das Holz als Baustoff den

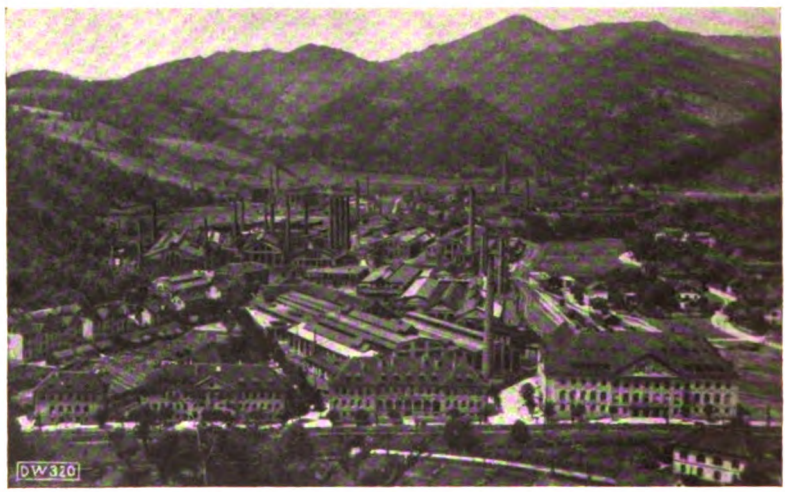


Abb. 11. Gußstahlfabrik Kapfenberg der Gebr. Böhler A.-G.

Meilern. Die hohen Holzpreise brachten das Ende vieler auf den Holzkohlenbetrieb eingerichteten Hochofen- und Verfeinerungsanlagen; von Reichenau am Nordfuß des Semmerings bis zur Drau wurden Dutzende dieser kleinen Eisenwerke stillgelegt. Idyllisch und anheimelnd lagen diese Werke fern von der Eisenbahn, von einer herrlichen Gebirgsszenerie umgeben in den Tälern der Alpenflüsse. Hammerklänge erschollen, das Klappern der sich drehenden Walzenstraßen drang an das Ohr des Wanderers, während aus den Gichten der Hochöfen die Flammen schlugen und die Essen der Frischfeuer und Flammöfen Funken sprühten.

Die Österreichisch-Alpine Montan Gesellschaft ging bald zur hauptsächlichsten Verwendung des Steinkohlenkokses über. Ihre vielen, über

Digitized by Google

das ganze Mur- und Ennstal zerstreut liegenden Hüttenwerke wurden stillgelegt und in wenige Betriebsstätten in Donawitz, Eisenerz, Hieflau, Vordernberg, Zeltweg, Neuberg und Kindberg zusammengefaßt, s. a. Abb. 7 bis 8. Sie behielt im großen und ganzen nur mehr die Roheisenerzeugung, Stahlwerks- und Walzwerkbetriebe bei.

Tiegelgußstahlhütten entstanden in Ternitz, Mürzuschlag, Judenburg usw. Radwerk Nr. 14 wurde von der Fa. Gebrüder Böhler erworben, die heute noch den Holzkohlenhochofen, Abb. 9, betreibt. Das von diesem erblasene Roheisen wird in ihrer Tiegelgußstahlhütte in Kapfenberg bei Bruck an der Mur als vorzüglicher Ausgangstoff ihres berühmten Tiegelstahls verwendet. Die Gußstahlhütte in Kapfenberg, Abb. 10 u. 11, wurde von der alten Innerberger Hauptgewerkschaft im Jahre 1854 angelegt und ging über die Alpine Montan Gesellschaft in die Hände der Gründer der heutigen Gebrüder Böhler A.-G. über.

Als das Ende des Weltkrieges allgemein eine verhängnisvolle Brennstoffnot brachte, die in Österreich fast zum Zusammenbruch der Industrie und des Verkehrswesens führte, da froren am Erzberg die Öfen ein. „Unwierde" war wieder einmal über ihn hereingebrochen, abermals schien das Ende seines Eisenwesens gekommen zu sein. Aber auch diesmal überwanden die tatkräftigen Eisenmänner die Krise. Gegenwärtig besteht sogar die begründete Aussicht, daß die Kohlennot für immer gebannt wird. Verheißungsvolle Verkokungsversuche mit der fast schwefelfreien Trockenkohle des Köflacher Bezirks lassen eine neue „Eisenblüte" erhoffen. Der Wunsch, daß sie bald, recht bald anheben möge, beschließe den Weg vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis:

Visoky: Zur Urgeschichte des Erzberges. Wien 1862.

Jugovic, Anton: Der steirische Erzberg und seine Umgebung. Wien 1891.

Kämmel, O.: Die Anfänge des deutschen Lebens in Österreich. Leipzig 1879.

Muchar, Albert von: Geschichte des steirischen Eisenwesens. Graz 1846.

Ferro, Franz Ritter von: Die k. k. Innerberger Hauptgewerkschaft und ihr Eisenwerksbetrieb. Wien 1855.

Kuppelwieser, Franz: Über die Entwicklung und Bedeutung des steirischen Erzberges. Wien 1893.

Bittner, L.: Das Eisenwesen in Innerberg-Eisenerz bis zur Gründung der Innerberger Hauptgewerkschaft. Wien 1899.

Panz, A. von: Die Innerberger Hauptgewerkschaft von 1625 bis 1783. Graz 1906.

Redlich, K. A.: Der steirische Erzberg. Leoben 1916.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge in der Abteilung Verkehrswesen

Für die Gruppe „Landtransportmittel" hat die Verwaltung der Schweizer Bundesbahnen eine interessante Darstellung gestiftet, die in anschaulicher Weise die Leistungen der verschiedenen älteren und neueren Transportmittel der Gotthard-Linie zu vergleichen gestattet. Auf laufenden Bändern, die sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, wird die allmähliche Zunahme der Geschwindigkeit und Zugkraft beim Transport mittels Saumtier, fünfspänniger Postkutsche, Dampflokomotive und der heutigen elektrischen Lokomotive für Güter- und Personenbeförderung dargestellt. Ein darüber angebrachtes großes Wandgemälde zeigt aus der Vogelperspektive den ganzen Verlauf, sowohl der Gotthardstraße wie auch der Gotthard-Bahnlinie, die bekanntlich eine der technisch großartigsten und wirtschaftlich wichtigsten Verkehrsadern Europas ist. Auf dem Gemälde sieht man vor allem den 1882 dem Betrieb übergebenen 15 km langen Gotthardtunnel zwischen Göschenen und Airolo, die interessanten Kehrtunnels auf der Nord- und Südseite sowie die Kraftwerke für die jetzt vollständig durchgeführte Elektrifizierung der Bahn, und zwar auf der Nordseite das Sommerkraftwerk Amsteg (Flußwerk der Reuß) und auf der Südseite das Winterkraftwerk Ritom (Hochdruckwerk mit Wasserspeicherung im Ritomsee).

Eine wertvolle Bereicherung hat auch die Gruppe „Straßenbau" erfahren: Die Stiftung des Modelles der ersten größeren Betonstraße von München nach Ingolstadt durch das Bayrische Betonstraßen-Konsortium. Dieses Modell veranschaulicht den Bau einer Betonstraße mit Hilfe der neuesten technischen Hilfsmittel, wie Lastauto für den Materialtransport, Betonmischmaschine, Preßluftstampfer mit fahrbarem Kompressor, Finisher etc. . Das Modell wird noch durch zahlreiche Arbeiterfiguren und durch einen bemalten Hintergrund mit der Kiesaufbereitung belebt.

In der Abteilung „Brückenbau" sind zwei neue Modelle zur Aufstellung gelangt: 1. Das bewegliche Modell der ersten zweigeschossigen, viergleisigen Eisenbahn- und Straßen-Drehbrücke über den Pregel bei

Digitized by Google

Königsberg als Stiftung der Stadt Königsberg. Die 1926 erbaute Drehbrücke hat bei einer Gesamtlänge von 198,2 m eine Stützweite von 2×28,7 m. Damit ist auch die dritte wichtige Bauart beweglicher Brücken neben der Klappbrücke und der Hubbrücke in der Sammlung vertreten.

2. Das Modell der längsten und schönsten Kettenbrücke Europas, der Elisabethbrücke über die Donau bei Budapest. Es wurde dem Museum als Stiftung des Königlich-Ungarischen Handelsministeriums übergeben. Die Wirkung des Modelles wird noch erhöht durch einen bemalten Hintergrund, der die Brücke zusammen mit den durch sie verbundenen malerisch gelegenen Stadtteilen Buda (Ofen) und Pest zeigt.

In der Abteilung „Wasserbau" war es möglich, durch Stiftung der Dortmunder Union dem bereits vorhandenen Modell eines alten Rollschützenwehres mit Handwindenbetrieb ein solches neuerer Konstruktion mit elektrischem Antrieb gegenüberzustellen. Es stellt eines der drei bei Obernau am Main verwendeten Rollschützen dar, welche mit eigenartigen absenkbaren Stauklappen ausgerüstet sind. Die lichte Weite jeder Rollschütze beträgt 35 Meter, die Stauhöhe 5,5 Meter. Die Stauklappen von 1,1 Meter Höhe haben den Zweck, den Stauspiegel zu regeln und das zufließende Wasser über den Wehrkörper abzuleiten. Im Winter dienen die Stauklappen außerdem zum Abführen von Eis. Die Anlage ist 1927 28 von der Rhein-Main-Donau A. G., München gebaut worden.

Friedrich Orth

Friedrich GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Jahrgang 1929

Heft 1: Wege und Ziele des Deutschen Museums. Von W. von Dyck. DIN A 5, II/36 Seiten m. 2 Abbild.

Heft 2: Heinrich Hertz. Von J. Zenneck DIN A 5, II/36 Seiten m. 13 Abbildungen

Heft 3: Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst. Von E. Treptow. DIN A 5, IV/48 Seiten m. 42 Abbild.

Heft 4: Der Weg des Geistes in der Technik. Von L. Erhard DIN A 5, IV/30 Seiten m. 55 Abbild. u. 2 Übersichtstafeln

Heft 5: Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung. Von O. von Miller. DIN A 5, II/27 Seiten m. 11 Abbild.

Heft 6: Geschichte der Photographie. Von E. Stenger DIN A 5, IV/44 Seiten m. 15 Abbildungen

Jahrgang 1930

Bisher liegen vor:

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. DIN A 5, II/32 Seiten m. 7 Abbildungen

Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums. DIN A 5, II/32 Seiten m. 15 Abbildungen

Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie. DIN A 5, II/20 Seiten mit 11 Abbildungen.

Weiter werden erscheinen:

Heft 5: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

Heft 6: Cranz und Eberhardt, Die moderne Entwicklung der Schußwaffe.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.– (für VDI-Mitglieder RM 5.50), ohne Einbanddecke RM 5.– (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.– (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH, BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

al

Munch

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
Naturwissenschaft und technik

CHR. P. WILHELM BEUTH

VON

H. J. STRAUBE

LIBRARY

1930

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines Deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 5

CHR. P. WILHELM BEUTH

VON

H. J. STRAUBE

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Inhaltverzeichnis

Einführung 1
Beuths äußerer Lebensgang 4
Beuth als Begründer des technischen Schulwesens in Preußen 12
Beuth und die Königlich Preußische Technische Deputation für Gewerbe 20
Beuth als Begründer des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 30
Die weitere Entwicklung der Gewerbeförderung in Deutschland als Ausgestaltung der Gedanken Beuths 31
Beuths Persönlichkeit 33

Digitized by Google

CHR. P. WILHELM BEUTH

Von H. J. Straube

Einführung

Das „Gewerbeinstitut", die Vorläuferin der Gewerbeakademie und der Technischen Hochschule zu Berlin, dürfte der heutigen Generation, wenigstens dem Namen nach, noch bekannt sein. Die literarischen und praktischen Arbeiten der „Königlich Preußischen Deputation für Gewerbe" in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, die entscheidend für die Erringung der industriellen Weltgeltung Deutschlands geworden sind, kennen manche. Wenige kennen den „Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen", der als erster und lange Zeit einziger technisch-wissenschaftlicher Verein in Preußen den Unternehmungsgeist unserer Industrieführer des vorigen Jahrhunderts angeregt und machtvoll zusammengefaßt hat. Kaum jemand, der der Geschichte der Technik ferner steht, wird vermuten, daß die drei genannten Organisationen von einem Manne geschaffen und fast 25 Jahre mit dem größten Erfolge geleitet worden sind. Es war dies Christian Peter Wilhelm Beuth, der als Direktor der Abteilung für Handel und Gewerbe im Preußischen Finanzministerium die von ihm so genannten „drei großen Mittel der Gewerbeförderung":

1. Ausbau des technischen Fachschulwesens,
2. Fortbildung der Gewerbetreibenden und Industriellen durch Ermöglichung von Auslandsreisen und durch Einführung bewährter Maschinen und Fabrikationsmethoden — diese Aufgabe war der neu zu errichtenden Technischen Deputation zugedacht —,
3. Anregung zu privater Mitarbeit auf dem Gebiete der Gewerbeförderung durch Begründung des technischen Vereinswesens

umfassend entwickelt und mit sicherem Gefühl für die Zeitverhältnisse geleitet hat.

Dem Umstande, daß die Fäden der gesamten Gewerbeförderungsmaßnahmen Preußens in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf dem Dienstwege in der Person Beuths zusammenliefen, ist es zu danken, daß in den Aktenbeständen des Preußischen Handelsministeriums ein lebensvolles Bild seines bedeutsamen Wirkens für die Entwicklung der deutschen Industrie erhalten geblieben ist. Dieses Aktenmaterial, dessen Einsichtnahme dem Verfasser durch die liebenswürdige Vermittlung von Herrn Prof. Dr.-Ing. E. h. C. Matschoß sowie durch das Entgegenkommen

Digitized by Google

des Preußischen Handelsministeriums ermöglicht wurde, ist für die vorliegende Arbeit weitgehend benutzt worden.

Bei der heutigen Mannigfaltigkeit der technischen und industriellen Lebensäußerungen mutet es geradezu unwahrscheinlich an, daß ein Mann das gesamte technische Schulwesen und die staatliche und private Industrieförderung hat überblicken können. Es ist daher nötig, einen kurzen Rückblick auf die technische Entwicklung Deutschlands zu werfen, um zu erkennen, welche industrielle Lage die Staatsleitung Preußens am Beginn des 19. Jahrhunderts vorfand.

Deutschland hatte im 14., 15. und 16. Jahrhundert vorzügliche Leistungen auf dem Gebiete der Ingenieurkunst aufzuweisen. Als technische Großtaten, deren Wirkungen weit über die Landesgrenzen ausstrahlten, sei aus dem 14. Jahrhundert die Entwicklung des Pulvergeschützes, aus dem 15. die Erfindung der Buchdruckerkunst hervorgehoben. Über das technische Können des 16. Jahrhunderts sind wir durch Georg Agricolas großes Werk „De re metallica" ausführlich unterrichtet. Dieses Werk hat zwei Jahrhunderte hindurch das Berg- und Hüttenwesen der ganzen Welt maßgebend beeinflußt.

Der Dreißigjährige Krieg setzte der technischen Entwicklung Deutschlands ein jähes Ende. Das Reich wurde politisch in Kleinstaaten zertrümmert. Die Regierungen sahen ihre Hauptaufgabe in der Schaffung und Erhaltung ihrer einzelstaatlichen Macht mit dem Leitsatz: „Ruhe ist die erste Bürgerpflicht". Dies erzeugte jene eigentümliche Atmosphäre der Unselbständigkeit, des Mangels an jeglichem privaten Unternehmungsgeist, die Deutschlands industrielle Entwicklung zwei Jahrhunderte hindurch gelähmt hat. Etwa vorhandene Ansätze zur wirtschaftlichen Erholung nach der Katastrophe des Dreißigjährigen Krieges wurden durch die fortwährenden Kriege des 18. Jahrhunderts immer wieder vernichtet.

In England war inzwischen die technische und industrielle Entwicklung unaufhaltsam fortgeschritten. Aufbauend auf der umwälzenden physikalischen Entdeckung Otto von Guerickes war dort das Zeitalter der Dampfmaschine angebrochen. War doch England frei von jenen physischen und psychischen Hemmungen, wie sie in Deutschland wirksam waren. Nicht allein die außenpolitisch gesicherte Lage, sondern vor allem die ausgeprägt individualistische Entwicklung des Engländers seit 1640 gaben die Vorbedingung für den beispiellosen Vorsprung gegenüber dem Kontinent.

Der Erste, der in Deutschland aus dieser Erkenntnis praktische Folgerungen zog, war der große Preußenkönig. Die bedeutendste der Industrien des 18. Jahrhunderts war die Textilindustrie; es ist daher nicht zu verwundern, daß Friedrich II. ihr seine besondere Aufmerksamkeit schenkte. In Berlin entfiel 1712 auf 100 Einwohner ein in der Textilindustrie beschäftigter Mensch, 1813 bereits sieben. Besonders die Berliner Seidenmanufaktur bekundete die Erfolge einer auf Veranlassung

Digitized by Google

des Landesherrn hervorgerufenen Industrie. Die Seidenindustrie allein ernährte damals in Berlin 7000 Menschen. Hervorzuheben ist auch die Wollmanufaktur, in der 1782 in Berlin über 3000 Stühle liefen und rund 13 000 Arbeiter beschäftigt wurden. Neben der Textilindustrie und ihren Hilfsgewerben, Bleichen, Färbereien usw. erscheinen alle übrigen Industriezweige des 18. Jahrhunderts bedeutungslos, und auch im ersten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts waren die Ansätze einer allgemeineren Industrieentwicklung noch überaus dürftig.

Was die heute so ausschlaggebende Eisenindustrie anbetrifft, gab es zwar überall im Lande primitive Eisengewinnungsanlagen; die Ausbeute war jedoch sehr gering, und infolgedessen die Verwendung des Eisens als Baustoff, verglichen mit dem Maße, das wir heute für selbstverständlich halten, außerordentlich beschränkt. Nur in Oberschlesien lassen sich die Anfänge eines rationellen Bergbaues und Eisenhüttenwesens bis auf Friedrich den Großen zurückverfolgen. Nach englischem Vorbilde wurde hier von Heinitz und Reden ein Musterbetrieb eingerichtet. Es gelang sogar, namhafte englische Fachleute wie Wilkinson und Baildon zur Mitarbeit an Ort und Stelle zu gewinnen. Aus Oberschlesien hat Deutschland seine erste Betriebsdampfmaschine erhalten, die 1800 in der Königlichen Porzellanmanufaktur zu Berlin aufgestellt wurde. Sie war von Baildon in den staatlichen Werkstätten zu Gleiwitz erbaut worden. Auf dem Gebiete des Gießereiwesens hat die 1803 begründete staatliche Eisengießerei zu Berlin bedeutsame Pionierarbeit geleistet.

Die Bedeutung eines leistungsfähigen inneren Verkehrsnetzes für ein erblühendes Gewerbsleben wurde seit dem Ende des 18. Jahrhunderts von den führenden Köpfen vollauf gewürdigt, wenn es auch nicht an Stimmen fehlte, die für die „alte Maxime" eintraten, „nach welcher unfahrbare Straßen eine Wohltat sein sollten, nützlich für die Landesverteidigung, und, weil sie den Verkehr im Lande aufhielten, Stellmacher und Gastwirte bereicherten." — Sie haben besserer Einsicht weichen müssen. Am Anfange des 19. Jahrhunderts war es freilich noch schlecht damit bestellt. Der planmäßige Ausbau eines Landstraßennetzes war zwar 1816 nach den großen Kriegen in Angriff genommen worden, indessen in seiner Entwicklung noch weit zurück. Die Dampfschiffahrt war über schüchterne Versuche nicht hinaus, die Lokomotive noch fern. Der Massenverkehr sah sich im wesentlichen auf die Ströme angewiesen, die allerdings — was besonders der Hauptstadt zugute kam — in den östlichen Provinzen des Staates durch Kanäle planmäßig verbunden waren. Sehr bescheiden war der Verkehr in Berlin selbst, das 1811 etwa 150 000 Einwohner zählte und nicht ein einziges öffentliches Fuhrwerk besaß.

Im Vergleich mit Frankreich und dem so weit fortgeschrittenen England war also auf dem ganzen Gebiete der Industrie und Technik noch Außerordentliches zu leisten.

Digitized by Google

Die Grundzüge der Methoden der staatlichen Gewerbeförderung hatte bereits der Freiherr vom Stein im Rahmen seiner umfassenden Verwaltungsreform entworfen. Die meisterhafte Durchführung im einzelnen blieb Beuth vorbehalten.

Beuths äußerer Lebensgang

Christian Peter Wilhelm Beuth ist in Cleve am 28. Dezember 1781 geboren. Im Taufregister der Reformierten Gemeinde (im Archiv der Stadt Cleve) heißt es: Beuth Johann, Gisbert, Doctor med. und Amalia, Wilhelmine, Philippine, Johanna, Augusta Hildebrand, verwittwete Lilientals, Eltern; Sohn: Christian, Peter, Wilhelm, getauft am 6. Januar 1782. Zeuge: Herr Landschreiber Beuth. Als sein Geburtshaus ist das Eckhaus Hagschestraße und Poststeg, zwischen Poststeg und van Brachtsteege, anzusehen. Beuths Vater stammte aus Hagen in der Mark, seine Mutter aus Lingen in der Mark. Der Vater starb im Jahre 1806; im Sterberegister wird er als Professor der Medizin bezeichnet. In einer im Jahre 1804 in Köln erschienenen „Statistique du département de la Roer" zählt Dorsch, Unterpräfekt in Cleve, ihn zu den bekanntesten Ärzten des Departements.

Der junge Beuth verbrachte seine erste Schulzeit in Cleve, studierte von 1798 ab in Halle die Rechte und Kameralwissenschaften und trat mit 20 Jahren in den preußischen Staatsdienst. Er war anfänglich bei der kurmärkischen Kriegs- und Domänenkammer, später beim Manufaktur- und Kommerzkollegium beschäftigt. Im Jahre 1806 wurde er Assessor bei der Kammer zu Bayreuth, 1809 Regierungsrat in Potsdam und 1811 Geheimer Obersteuerrat im Finanzministerium zu Berlin. Beuth muß damals schon bedeutende Fähigkeiten bewiesen haben; denn er wurde, noch nicht dreißigjährig, Mitglied der Kommission für Reform des Steuer- und Gewerbewesens. Hier hat Beuth in praktischer Mitarbeit die umfassenden Reformgedanken des Freiherrn vom Stein kennen und schätzen gelernt; hier mag die innere Entscheidung in ihm gefallen sein, dem Aufbau des, verglichen mit England und Frankreich, arg darniederliegenden preußischen Gewerbes seine Lebensarbeit zu widmen.

Die Freiheitskriege rissen auch ihn vorübergehend aus seiner Laufbahn. Als Gemeiner trat Beuth 1813 in die Kavallerie des Lützowschen Freikorps ein, erwarb das Eiserne Kreuz und wurde bald zum Seconde-Lieutenant befördert; er soll auch eine Verwundung davongetragen haben. Im Felde hat Beuth eine für seine spätere Amtstätigkeit bedeutungsvolle Beziehung angeknüpft. Anfang des Jahres 1814 lag er in Lüttich bei Cockerill in Quartier und benutzte die Gelegenheit, die Maschinenfabrik der Brüder Cockerill zu besichtigen. Nach seiner Heimkehr wußte er es zu erreichen, daß noch im gleichen Jahre John Cockerill nach Preußen berufen wurde, und bereits 1815 konnte die damals

Digitized by Google

berühmte Cockerillsche Wollmanufaktur und Maschinenfabrik zu Berlin in Betrieb genommen werden. Cockerill errichtete damals außerdem in Kottbus und Grüneberg unter Beuths Protektion Tuchfabriken.

Christian Peter Wilhelm Beuth
geb. am 28. Dezember 1781 in Cleve
gest. am 27. September 1853 in Berlin

Nach dem Frieden von 1814 kam Beuth als Oberfinanzrat in die Abteilung für Handel und Gewerbe des Finanzministeriums. Hier hatte er als Vorgesetzten den um das preußische Gewerbewesen hochverdienten Staatsrat Kunth, dem er wertvolle Anregungen für seine spätere Organi-

Digitized by Google

sationstätigkeit verdankt. Beuth war an der Abfassung der Steuergesetze von 1817 hervorragend beteiligt und übernahm im Jahre 1818 die Leitung der Abteilung für Handel und Gewerbe.

Als ein vorzügliches Instrument für die staatliche Beeinflussung der Gewerbeverhältnisse hatte Beuth von jeher die im Zusammenhang mit der Neuorganisation der Staatsverwaltung durch Stein im Oktober 1811 errichtete Technische Gewerbe- und Handelsdeputation angesehen und sich mehrfach, zuletzt im Januar 1818, in kritischen Gutachten mit ihrer Organisation und Arbeitsweise befaßt. Seine unermüdliche Arbeit auf diesem Gebiet führte zu einem auch persönlichen Erfolg: mit Kabinettsorder vom 21. Juli 1819 wurde Beuth zum Direktor der nach seinen Vorschlägen umgebildeten „Technischen Deputation für Gewerbe" ernannt, aus deren Arbeitsgebiet, wie auch die Bezeichnung erkennen läßt, die Handelssparte ausgeschieden war. Beuth hatte nun freie Hand für die Verwirklichung seiner umfassenden Pläne. Die der Deputation überwiesenen Sammlungen (Sammlung von Zeichnungen und Kupferstichen, Modellsammlung, Maschinensammlung, Produkten- und Fabrikatensammlung), zu deren Vervollständigung bisher wenig geschehen war, wurden systematisch geordnet und ergänzt. Unter dem Titel „Vorbilder für Fabrikanten und Handwerker" wurde — unter besonderer Mitwirkung Schinkels — ein Werk herausgegeben, das zur Ausbildung des Geschmacks in den Gewerbeschulen wie auch zur Aufmunterung und Auszeichnung von Fabrikanten dienen sollte. Es wurde nicht in den Buchhandel gegeben. Goethe, dem Beuth das Werk übersandt hatte, rühmte die gemeinnützige Absicht des Werkes, seine Bedeutung für das Kunstgewerbe, ferner die „vorzügliche Reinlichkeit und Zierlichkeit" der Zeichnung und des Kupferstiches sowie die große Sauberkeit des Abdrucks. Im Jahre 1826 erschien unter dem Titel „Abhandlungen der Königlichen Technischen Deputation für Gewerbe. I. Teil" ein umfassendes Werk von Severin über die Dampfmaschine, das sehr viel Beachtung fand. Auch Veröffentlichungen über die neuesten Maschinen der Tuchfabrikation folgten bald. Ferner wurden auf Veranlassung Beuths für die besonderen Bedürfnisse der Gewerbeschulen eine Reihe sehr sorgfältiger Lehrbücher herausgegeben. Ein wichtiges Arbeitsgebiet der Technischen Deputation bildete auch die gutachtliche Prüfung der preußischen Patente. Die hier geleistete Arbeit ist für das Reichspatentamt in mancher Beziehung vorbildlich geblieben.

Beuth sah in der Technischen Deputation nicht das einzige Mittel, Industrie und Gewerbe in Preußen planmäßig zu fördern, sondern stellte ihr zwei mächtige Faktoren an die Seite: die Gewerbeschulen und den Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen.

Das gewerbliche Unterrichtswesen unterstand bis zum Jahre 1820 dem Departement für den Kultus und öffentlichen Unterricht im Ministerium des Innern und war bis dahin den steigenden Anforderungen,

Digitized by Google

die die industrielle Entwicklung seit Friedrich dem Großen stellte, nur zögernd gefolgt. Beuths Eingreifen hat in erster Linie dazu beigetragen, daß der Ressortstreit zwischen Kultus- und Gewerbedepartement um die Führung auf dem Gebiete des Gewerbeschulwesens, der im Jahre 1812 begann, 1820 für das Gewerbedepartement entschieden wurde. Bereits am 1. November 1821 konnte Beuth in Berlin die nach seinen Plänen errichtete, zweiklassige „Technische Schule" mit 13 Schülern und 4 Lehrern eröffnen. Als ihre Aufgabe bezeichnete Beuth, „dem angehenden Fabrikanten und Handwerker nicht nur eine allgemeine Bildung und eine Einsicht in Dinge zu geben, welche zu wissen jedem Handwerker not tut, sondern auch gerade so viel Vorkenntnisse, als zum Betriebe eines technischen Gewerbes nötig sind". Die Anstalt erhielt im Jahre 1826 einen dritten Jahreskurs und im Jahre 1827 die Bezeichnung „Gewerbeinstitut". Neben der Leitung des Gewerbeinstituts widmete sich Beuth auch der Organisation und Beaufsichtigung des Gewerbeschulwesens in der Provinz. In jedem der 25 Regierungsbezirke sollte nach seinem Plan eine einklassige Gewerbeschule errichtet werden. In einer Denkschrift vom November 1835 konnte er berichten, daß 20 Provinzial-Gewerbeschulen ins Leben getreten waren.

Im Jahre 1830 wurde Beuth auch die Leitung der Berliner Bauakademie übertragen, die für die Dauer seiner Amtszeit den Namen „Allgemeine Bauschule" führte.

Beuth verkannte nicht, daß zur Ergänzung der rein staatlichen Maßnahmen die Erziehung der Gewerbetreibenden und Industriellen zur Selbständigkeit unumgänglich war. Nach dem Vorbild der großen Gesellschaften zur Aufmunterung der Nationalindustrie, die Beuth auf seinen Studienreisen in England und Frankreich kennengelernt hatte, gründete er am 15. Januar 1821 den „Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen", dessen Zeitschrift, „Verhandlungen" genannt, das ernste Streben verrät, durch Beiträge der bedeutendsten Fachleute die brennenden Probleme jener Zeit: Verbreitung und Vertiefung des technischen Wissens und Könnens, Einführung von Kraft- und Arbeitsmaschinen, Entfaltung des inneren Verkehrs im Lande, energisch ihrer Lösung näher zu bringen.

Die enge Zusammenarbeit der drei genannten Organisationen war dadurch gewährleistet, daß Beuth gleichzeitig Direktor der Abteilung für Handel und Fabrikation im Ministerium des Innern, Direktor der Königlichen Technischen Deputation für Gewerbe, des Königlichen Gewerbeinstituts und der Königlichen Allgemeinen Bauschule in Berlin sowie Vorsitzender des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen war. Es kam hinzu, daß anfänglich die Technische Deputation, das Gewerbeinstitut und der Gewerbfleißverein in einem und demselben

Digitized by Google

Gebäude, dem von König Friedrich Wilhelm III. angekauften „Gewerbehause" in der Klosterstraße, untergebracht waren.

Ein weiteres Mittel zur Förderung der Industrie erblickte Beuth in der Veranstaltung von Ausstellungen. Im Jahre 1822 wurde in Berlin auf sein Betreiben die erste „Ausstellung vaterländischer Gewerbserzeugnisse" eröffnet. Die Ausstellung fand in den Räumen des neu angekauften Gewerbehauses statt, ehe dieses seinem eigentlichen Zwecke übergeben wurde. Nach der grundlegenden Kabinettsorder vom 7. Juni 1821 sollte jedes Fabrikat zugelassen werden, auch das gröbste, wenn sein Gebrauch allgemein verbreitet und es im Verhältnis zum Preise gut gearbeitet war. Trotz mancher Mißverständnisse und, wie Beuth sagte, „lächerlicher Besorgnisse z. B. wegen Kundmachung schöner Muster und Formen" waren 935 Ausstellungsstücke vertreten, die 13 Säle des Gewerbehauses füllten. Gleichwohl entsprach die Beschickung nicht den an die Ausstellung geknüpften Erwartungen. Auffallend war es besonders, wie Beuth bemerkt, daß solche Gewerbetreibende nicht in die Reihe der Bewerber traten, die vom Staat wegen ihrer Fabrikation ausgezeichnet oder unterstützt worden waren, und von denen daher zu erwarten gewesen wäre, sie würden die Gelegenheit ergreifen, zu beweisen: jene Begünstigungen seien verdient. Die Beschickung der zweiten Ausstellung zu Berlin im Jahre 1827 war gleichfalls noch nicht befriedigend. Namentlich fehlten nach Beuths Bericht viele Fabrikate, weil deren Verfertiger — aus mißverständlicher Auffassung der Vorschrift über die Veröffentlichung der Preise — von ihren Abnehmern mit dem Verlust der Kundschaft bedroht worden waren, wenn sie etwas zur Ausstellung liefern würden. Die meisten Fortschritte seit der Ausstellung im Jahre 1822 hatte die Tucherzeugung zu verzeichnen. Besonders arm war die Ausstellung an Gegenständen der Metallindustrie. Weder die Eisenwerke Schlesiens und Westfalens, noch die Fabrikate aus Eisen oder anderen Metallen waren, wie Beuth beklagt, gehörig vertreten. Erst das Jahr 1844 brachte einen durchgreifenden Erfolg. Die glänzende Ausstellung — im Mittelpunkt stand Borsigs Lokomotive „Beuth" — zeigte die Früchte von Beuths Lebensarbeit.

Um die zur Durchführung seines umfassenden Programms erforderlichen persönlichen Beziehungen zur Industrie anzuknüpfen und zu unterhalten, hat Beuth eine Reihe von Dienstreisen ins In- und Ausland unternommen. Seine Reiseberichte in den Akten des Preußischen Handelsministeriums sowie seine zahlreichen Veröffentlichungen in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen zeugen von Beuths überragender technischen Auffassungsgabe, verbunden mit produktiv kritischer Einstellung, und entwerfen ein hochinteressantes Bild der damaligen Gewerbezustände. Im Jahre 1818 bereiste Beuth das Königreich Sachsen und die Lausitz; 1820 treffen wir ihn auf einer Reise in Schlesien; 1821 besuchte er das Rheinland

Digitized by Google

und Westfalen. Im Jahre 1823 unternahm er die erste größere Reise nach Frankreich, England und den Niederlanden, die überaus reichen Ertrag für die heimische Industrie brachte. Im November desselben Jahres besuchte Beuth wiederum Schlesien. 1826 finden wir ihn auf seiner zweiten Englandreise, die er mit dem ihm eng befreundeten Schinkel zusammen unternahm; Schinkels Tagebuch von dieser Reise ist technisch und künstlerisch hochinteressant. 1829 ist Beuth wieder im Westen des preußischen Staates und in Belgien.

Beuth pflegte seine Reisen sehr sorgfältig vorzubereiten. Aus Schriften und Büchern entnahm er, was über sein Reiseziel bekannt war, und trug kurze Notizen hierüber zu einem umfangreichen Hefte zusammen. Verschiedene solcher Reisevorbereitungen sind uns erhalten geblieben. Seine Bemerkungen beziehen sich auf hervorragende Bauten, Kunstwerke, Fabriken und besonders auch führende Männer, deren Besuch ihm von Nutzen sein konnte. Verbindungen nach allen Ländern anzuknüpfen, und zu unterhalten, hat Beuth meisterlich verstanden. Englands Grenzen waren damals für die Ausfuhr von Maschinen und Werkzeugen verschlossen. Durch persönliche Fühlungnahme mit den Fabrikanten hat Beuth es erreicht, daß manche Neukonstruktion, wenn auch teilweise auf recht abenteuerlichen Umwegen, nach Preußen gelangte.

Was die äußere Stellung Beuths anbetrifft, ist nachzuholen, daß er 1821 Mitglied des Staatsrates wurde, 1828 die Stellung eines Ministerialdirektors, 1830 die eines Wirklichen Geheimen Oberregierungsrates einnahm und 1844 den Titel eines Wirklichen Geheimrats erhielt. In Anerkennung seines erfolgreichen Wirkens für die industrielle Entwicklung Preußens sind Beuth reiche Ehrungen zuteil geworden. Am 18. Januar 1821 erhielt Beuth den Roten Adlerorden dritter Klasse, später auch den erster Klasse. Am 31. Oktober 1834 verlieh ihm die Universität Halle aus Anlaß seines 25jährigen Dienstjubiläums die Würde eines Dr. phil. h. c. Im März 1835 wurde er Ehrenmitglied der Institution of Civil Engineers, am 5. Mai 1836 Honorary and Corresponding Member des Institute of British Architects. Der Gewerbeverein zu Annaberg ernannte ihn am 23. August 1837 zum Ehrenmitglied. Besondere Freude machte Beuth als eifrigem Kunstsammler die Ernennung zum Ehrenmitglied des Albrecht-Dürer-Vereins zu Nürnberg am 24. Februar 1838. Im Jahre 1840 folgte die Ernennung zum „würklichen Mitglied ohne Beitragspflicht" des Vereins zur Erneuerung des Gewerbsgeistes in Böhmen, Prag, 1843 die Ernennung zum Korrespondierenden Mitgliede des Niederösterreichischen Gewerbe-Vereins. Verschiedene Denkmünzen und andere Festgaben befanden sich in seinem Besitze, darunter eine wertvolle goldene Denkmünze, die ihm der Gewerbfleißverein im Jahre 1847 zur Feier seines 25jährigen Bestehens überreicht hat.

Digitized by Google

Abb. 1. Beuth-Denkmal auf dem Schinkelplatz in Berlin

Das Standbild ist von August Kiss, der Unterbau von Friedrich Drake modelliert. Der Unterbau enthält in zwei Reihen übereinander je vier Reliefs mit teils allegorischen, teils realistischen Darstellungen aus der Wirksamkeit Beuths. Die vier oberen Felder zeigen auf der Vorderseite in zwei allegorischen Figuren Handel und Industrie, eine Tafel tragend, auf welcher der Name Beuths mit dem Geburts- und Sterbetag verzeichnet ist; rechts: die Industrie, von der Wissenschaft Belehrung

Digitized by Google

Im Jahre 1845, demselben Jahre, in dem nach zehnjähriger Beratung eine allgemeine Gewerbeordnung zustande gekommen war, die gewissermaßen den Schlußstrich unter die Periode der typisch merkantilistischen Gewerbeförderung in Preußen setzte, nahm Beuth den Abschied aus seinen Staatsämtern, blieb jedoch noch weiterhin Mitglied des Staatsrats. Als der Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes die hundertste Wiederkehr des Geburtstages seines Begründers feierte, sprach es der Festredner, Rudolph von Delbrück, treffend aus:

„Seine Zeit war um. Eine andere Zeit hatte begonnen. Der Gewerbfleiß hatte sich gewaltig entwickelt, technische Kenntnisse waren allgemein verbreitet, die Mittel der Anschauung und Literatur allgemein zugängig geworden. Die technische Ausbildung der Jugend war durch den festen Rahmen der bestehenden Unterrichtsanstalten gewährleistet. Zur Betretung neuer Bahnen fehlte Beuth die Jugendkraft."

Im Jahre 1850 legte Beuth auch den Vorsitz im Gewerbfleißverein nieder. Am 27. September 1853 starb er, fast 72 Jahre alt, in Berlin. Sein Grab hat er auf dem Dorotheenstädtischen Kirchhof am Anfang der Chausseestraße gefunden, der auch die Gräber von so vielen mit ihm durch gleiches Streben verbundenen Zeitgenossen birgt, wie Maaßen und Motz, Rauch und Schinkel, von Bärensprung, Borsig u. a. Die Bekrönung seines Grabobelisken und die Umfriedung klingen an die von ihm und Schinkel gegebenen Motive in den „Vorbildern" an.

Acht Jahre nach seinem Tode wurde Beuth auf dem Schinkelplatze an der Schloßbrücke zu Berlin ein Denkmal errichtet, in dem der Bildhauer Kiß die Erinnerung an ihn wachhält. Neben ihm steht Thaer, der für die Landwirtschaft vor hundert Jahren die gleichen Verdienste hat wie Beuth für das Gewerbe. Den Mittelpunkt dieses Platzes vor der ehemaligen Bauakademie, der heutigen Hochschule für Politik, bildet das Denkmal Schinkels. Einen besonderen Reiz des Beuthdenkmals bilden die bronzenen Sockelreliefs, von Drake mo-

empfangend: links: die Kunst, sich entschleiernd und der Industrie die Hand reichend; auf der Rückseite: ein Genius, der zwei Jünglinge aus der Pforte der Schule entläßt und ihnen den Pfad zu eigenem Wirken und Schaffen mit seiner Leuchte erhellt. Die unteren, länglichen Reliefs laufen nach Art eines Frieses ringsum und eröffnen dem Blicke die Lehrsäle und Werkstätten des von Beuth errichteten Gewerbeinstituts, führen die schaffende Tätigkeit in den bedeutendsten von ihm geförderten Industriezweigen vor Augen und zeigen in angemessener Verbindung damit Porträtgestalten von Männern, die Beuth nahegestanden haben.

Ihrer besonderen kulturhistorischen Bedeutung wegen sind die vier Reliefs des unteren Frieses nachstehend einzeln abgebildet. Die erläuternden Unterschriften sind einer zeitgenössischen Beschreibung des Beuth-Denkmals, die anläßlich der Enthüllung im Jahre 1861 in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen veröffentlicht wurde, entnommen.

Digitized by Google

delliert, die Szenen aus der Gewerbetätigkeit und aus Beuths Zusammenwirken mit Goethe, Humboldt, Rauch, Schinkel, Egells, Borsig, Wöhlert, Freund, Hummel u. a. wiedergeben: eine Geschichte in Erz von Berliner Bürgertüchtigkeit vor hundert Jahren, die kulturhistorisch wie künstlerisch noch heute der Beachtung der Vorübergehenden wert ist.

Die Reichshauptstadt hat Beuth dadurch geehrt, daß sie einer Straße am Spittelmarkt seinen Namen gab; auch in dem zu Groß-Berlin gehörigen Niederschönhausen, wo Beuth seinen Landsitz hatte, gibt es eine Beuthstraße. Außerdem erhielt die im Jahre 1909 errichtete „Technische Mittelschule" der Stadt Berlin am 1. April 1913 „zur Erinnerung an den Begründer des gewerblichen Unterrichtswesens in Preußen und an den erfolgreichen Förderer der heimischen Industrie" den Namen „Beuth-Schule". Auch der Beuth-Verlag zu Berlin kennzeichnet in der Wahl dieses Beinamens sein Programm und seine hohen technischen Ziele. In Beuths Vaterstadt Cleve trägt eine im Jahre 1904 angelegte Straße, eine Querstraße der Lindenallee, seinen Namen.

Beuths Schwester Elisabeth, die ihn um mehrere Jahre überlebte, machte im Sinne und auf Veranlassung des Verstorbenen laut Testament vom 5. Mai 1854 der Universität und der Bauakademie zu Berlin reiche Zuwendungen zu Studienzwecken, die die Erinnerung an Beuth für alle Zeiten unvergessen halten.

Beuth als Begründer des technischen Schulwesens in Preußen

Eines der Hauptprobleme der staatlichen Gewerbeförderung am Anfange des 19. Jahrhunderts war, wie bereits Stein als Leiter des „Fabriken- und Commercial-Departements" mit klarer Voraussicht ausgesprochen hatte, die Organisation des technischen Fachschulwesens, und zwar sowohl die Anpassung der Zahl der Schulen an das gewaltig anschwellende Bildungsbedürfnis, als auch besonders ihre Ausgestaltung für die Sonderzwecke der einzelnen Gewerbe.

Welche staatlichen Fachlehranstalten in Preußen vorhanden waren, bevor Beuths fruchtbare Organisationstätigkeit einsetzte, geht aus einem Bericht Beuths vom 17. Juli 1822[1] hervor. Es waren dies

1. Kunst- und Baugewerksschulen unter der Leitung der Akademie der Künste. Solche Schulen bestanden nur an wenigen Orten. Ihre Or-

[1] Akte E I, 2, Vol. 1 des Pr. Handelsministeriums: „Bericht des Geheimen Ober Finanz Raths Beuth, an den Herrn Minister für Handel und Gewerbe, über die auf dessen Befehl zur Ausbildung der Gewerbtreibenden getroffenen Einrichtungen." — Veröffentlicht in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen Bd. 1 (1822) S. 133.

Digitized by Google

ganisation beruhte auf einem Erlaß des Ministers Heinitz vom Jahre 1800: „Grundsätze zur zweckmäßigen Organisation der bereits existirenden und neu zu errichtenden Kunst und Handwerks Schulen mit besonderer Hinsicht auf die Unterweisung der Bauhandwerker".

2. Die Berliner Bauakademie unter „Kuratell" der Akademie der Künste.

3. Das Haupt-Bergwerks-Institut unter der Oberaufsicht der Ober-Berghauptmannschaft.

4. Das Institut für chemische Gewerbskunde, dessen Gebäude in der Georgenstraße zu Berlin Laboratorien, Hörsäle und eine Wohnung für den Chemiker des Fabrikendepartements, Geh. Rath Hermbstaedt, enthielt.

Vor der Kritik Beuths bestand nur das unter 4. genannte chemische Institut; er schreibt in dem oben bezeichneten Berichte:

> „Für die Verbesserung der chemischen Gewerbskunde geschahen unter dem Ministerio des Herrn von Struensee bedeutende Schritte."

Die übrigen Fachschulen dagegen krankten nach dem Urteil Beuths außer an unzureichenden Lehrplänen an dem Grundübel, daß sie den Unterricht in Form von akademischen Vorlesungen erteilten, ohne daß die für das Verständnis unbedingt erforderlichen Vorkenntnisse gewährleistet waren. Beuth war überzeugt, daß die naturwissenschaftliche Grundlage für jedes technische Studium nur durch schulmäßigen Klassenunterricht vermittelt werden könne. Man darf dieser Anschauung auch nach dem heutigen Stande der technischen Unterrichtserfahrung durchaus beipflichten und liest mit stilistischem Vergnügen seine treffenden Ausführungen hierüber[2]):

> „So viel auch diese Maasregeln für die Ausbildung von Fabrikanten und Handwerkern gefruchtet haben, so waren sie doch theils an sich unzureichend, theils hatten sie nicht den Erfolg, dessen sie sich unter andren Umständen hätten erfreuen können.
>
> Die Baugewerksschule suchte nur Bauhandwerker theilweis auszubilden; der besondere technologische Unterricht in Berlin, beschränkte sich aber auf die chemische Technologie und umfaßte nicht die mechanische; dann aber mußten die Zuhörer der praktischen Vorlesungen mehrentheils zugleich in den theoretischen Vorkenntnissen unterrichtet werden. Es fehlte an einer gründlichen Schule für die nöthigen Vorkenntnisse, es fehlte mithin bei dem auf academische Weise eingeleiteten Unterricht für die Gewerbtreibenden, die Basis desselben. Denn so thörigt man es finden würde, in der Philologie die Schule zu verbannen und durch Unterricht nach Art des academischen sich Philologen zu ziehen: so ver-

[2]) Akte E I, 2, Vol. 1: Bericht vom 17. 7. 1822.

Digitized by Google

Abb. 2. Relief am Beuth-Denkmal, vordere Seite

Rechts: Auf dem Stuhl im Vordergrund sitzend: Severin (als Lehrer des Maschinenwesens), ihm gegenüber, ebenfalls sitzend, von Pommer-Esche (Schüler und Nachfolger Beuth's in der Direktion des Gewerbe-Instituts und der Handels-, Gewerbe- und Bauverwaltung im Ministerium); neben einander stehend, zunächst dem Beschauer: Brix (Lehrer der Mathematik und Mechanik), mehr nach dem Hintergrund Nottebohm (nach Pommer-Esche Direktor des Gewerbe-Instituts). Sie lauschen einem Vortrage des zur Rechten stehenden Professors Schubarth.
Links: An einem Webstuhl beschäftigt, auf einer Bank, Carl Gropius; an den Webstuhl gelehnt, einen fertigen Stoff mit ihm besprechend, Wedding (Lehrer der mechanischen Technologie). Rechts: Der alte Werkmeister des Instituts, Stutzer.

kehrt scheint es mir (: abgesehen davon, daß die Schule Fleiß und Ordnung zur Gewohnheit macht, ohne die kein Gewerbtreibender bestehen kann :) eine tüchtige Schule der Naturwissenschaften als überflüssig für das gründliche Studium derjenigen anzusehen, welche diese weitumfassenden Wissenschaften täglich brauchen, und sich mit academischen Vorlesungen zu begnügen."

Diese scharfe Kritik des Bestehenden und das unbedingte Bekenntnis Beuths zur Schule mit diszipliniertem Klassenbetriebe bestimmte das Programm der Preußischen Gewerbeschulentwicklung am Anfange des 19. Jahrhunderts entscheidend. Doch waren noch mannigfache Widerstände verwaltungstechnischer und finanzieller Art zu überwinden, bis Beuth als Direktor der Abteilung für Handel und Gewerbe im Ministerium des Innern seine Reformen durchsetzen konnte, die auf dem Gebiete des Fachschulwesens in der Gründung des Gewerbeinstituts zu Berlin, der Reorganisation der Provinzialgewerbeschulen und der Umgestaltung der Berliner Bauakademie zur Allgemeinen Bauschule gipfelten.

Digitized by Google

Abb. 3. Relief am Beuth-Denkmal, rechte Seite

Die Bearbeitung der Metalle. Schmiede und Gießerei. In der Mitte der verstorbene Borsig; unmittelbar neben ihm, mit hochgeschwungenem Hammer, sein Lehrer und Meister Egells; links, dem Rande zunächst, Wöhlert: im Hintergrunde Freund, beide mit Gießen beschäftigt.

Die Gewerbeschulen Preußens unterstanden bis zum Jahre 1820 dem Departement für den Kultus und öffentlichen Unterricht im Ministerium des Innern. Eine grundlegende Umbildung dieser Schulen, d. h. ihre Anpassung an die Bedürfnisse des Handwerks und der Industrie, sowohl hinsichtlich der Stoffpläne, als auch besonders des Lehrpersonals, ist erst erfolgt, nachdem das Departement für die Gewerbe und den Handel, das spätere Handelsministerium, die Verwaltung des Gewerbeschulwesens übernommen hatte. Der Beginn des verwaltungstechnischen Kampfes zwischen den genannten Departements ist auf das Jahr 1812 zu datieren. Er wurde anfangs rein sachlich ausgetragen; den Ausschlag für das Gewerbedepartement hat schließlich das geschickte Eingreifen Beuths gegeben, wobei ihm die finanziell ungünstige Lage des Kultusdepartements im Jahre 1820 zu Hilfe kam.

Über den im Jahre 1822 erreichten Stand der Gewerbeschulorganisation in Berlin und in der Provinz legt der eingangs erwähnte Bericht Beuths vom 17. Juli 1822 Rechenschaft ab. Es geht daraus hervor, daß das Berliner „Gewerbeinstitut" im Jahre 1821 unter der Bezeichnung „Technische Schule" ins Leben getreten ist, unmittelbar nachdem durch des Ankauf des „Gewerbehauses" in der Klosterstraße die Raumfrage geklärt worden war. Es sind zunächst nicht, wie ursprünglich geplant, drei, sondern nur zwei Klassen eingerichtet worden. Über den Unterrichtsbetrieb erfährt man aus dem genannten Berichte Beuths:

„Mehr als 30 Schüler werden nicht zugleich unterrichtet. Der Unterricht wird kostenfrei ertheilt. – Die Disciplin ist streng;

Digitized by Google

Abb. 4. Relief am Beuth-Denkmal, hintere Seite

Druckmaschinen mit Walzen.

Rechts: eine Buchdrucker-Schnellpresse in Tätigkeit. Ein am Boden kniender Knabe schickt sich an, ein Exemplar des eben gedruckten Werkes (Kosmos) dem aus der Tür tretenden Alexander von Humboldt anzubieten.
Links: an einer Kattun-Druckmaschine beschäftigt, Dannenberger auf Humboldt hinblickend, und der Maschinenbauer Hummel. Weibliche Figuren des fertigen Stoffes sich freuend.

nachlässige Schüler, oder solche die dem Unterrichte nicht folgen können, werden in den ersten Monaten entlassen, damit sie die Lehrer nicht ermüden und andern kein schlechtes Beispiel geben.

Über denselben wissenschaftlichen Gegenstand wird in zwei auf einander folgenden Stunden gelehrt; in der einen werden die Schüler über das, in der vorigen Stunde Gelernte geprüft, in der andern wird mit dem Unterrichte fortgefahren. Geübte Schüler sollen Vorschüler (:Repetitoren unter Aufsicht des Lehrers:) sein."

Nach Schluß des Lehrjahres fand eine Preisbewerbung um eine „eherne Denkmünze" statt. Erhielt der Schüler das Zeugnis der Reife, so konnte er sich in der Werkstatt oder im Laboratorium bei praktischer Arbeit weiter ausbilden.

Der Hauptteil der Schüler stammte aus der Provinz, gemäß der Bestimmung, daß aus jedem Regierungsbezirke ein besonders befähigter junger Mann aus dem Gewerbstande nach Berlin geschickt werden konnte und außer freiem Unterricht noch eine Unterstützung erhielt.

Die Einzeldurchbildung und Beaufsichtigung des Gewerbeinstituts zu Berlin sowohl, als der Provinzial-Gewerbeschulen lag in dem folgenden Jahrzehnt ausschließlich und unmittelbar — „ohne Schreiberei" — in den Händen Beuths, wie einwandfrei aus dem folgenden Briefe

Digitized by Google

Abb. 5. Relief am Beuth-Denkmal, linke Seite

Darstellungen, auf Kunst und Natur, als die beiden wichtigsten Elemente des Schaffens wie der Betrachtung, hindeutend.

Rechts: Bauwissenschaft und Baukunst, vertreten durch Eytelwein und Schinkel, mit welchem letzteren Beuth gemeinschaftlich in der Bauverwaltung wirkte, bei Gründung der Bauschule usw., und mit welchem er auf das Engste verbunden war, wie in persönlicher Freundschaft so in gemeinsamem Streben nach gegenseitigem Durchdringen von Kunst und Technik. Hierauf hindeutend Schinkels Beschäftigung mit dem Entwurf des Musters für ein Gewebe. Zwischen den Genannten der Bildhauer, Chr. Rauch.

Links: In einem gemütlich angeordneten Vorgange die Photographie, als die Kunst, welche die Natur sich selbst bis ins Kleinste kopieren läßt. — Unter den Porträtgestalten dabei Kiss. Zwischen den beiden Gruppen, wie ein erhabener Geist im Reisegewand hervortretend, der große Denker und Dichter Goethe, der in die innersten Tiefen und Geheimnisse der Natur eindrang, gleichsam zum Abschluß auf die von ihm gesungenen Worte hinweisend:

Denn die Natur ist aller Meister Meister,
Sie zeigt uns erst den Geist der Geister.

Beuths an den Handels- und Gewerbereferenten Mantius zu Schwerin hervorgeht[3]):

Berlin, 2. 4. 1827.

Beuth an
„des Großherzoglich Mecklenburg-Schwerinschen Commerzien Raths und Referenten für Handel und Gewerbe
Herrn Friederich Mantius
Wohlgeboren zu Schwerin in Mecklenburg."

„Auf Ewr. Wohlgeb. geehrtes Schreiben vom 23" v. Mts. erwidere ich hiermit ganz ergebenst, daß die Grundzüge für die Einrichtung der Provinzial Gewerbschulen, sich in meinem Bericht

[3]) Akte E I, 2. Vol. 1.

Digitized by Google

an den verstorbenen Minister von Bülow über die Beförderung des Gewerbsbetriebs in Preußen, finden, der Ihnen aus den Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß bekannt ist. Gesetzliche Vorschriften sind darüber nicht ertheilt worden; was aber die speziellen Anordnungen anbetrifft, so sind sie mir im hiesigen Gewerbe Institut ganz überlassen worden, und die Ausbildung, welche dasselbe durch mehrere neuere Einrichtungen erhielt, habe ich ohne Schreiberei bewirkt.

Was die Provinzial Gewerbschulen betrifft, so habe ich mich bemüht, sie nicht über einen Kamm zu scheeren, sondern habe den Zweck und die Grundidee festhaltend, stets diejenigen Modifikationen eintreten lassen, welche die bereits vorhandenen Elementarschulen, der so verschiedene Bildungszustand in den Provinzen des Preuß. Staats u. endlich die Persönlichkeit der Lehrer notwendig machten, so daß hier allgemeine, mittheilungsfähige Anordnungen nicht Statt gefunden haben. . . ."

Als Leitgedanken Beuths bei der ihm anvertrauten Durchbildung des technischen Schulwesens Preußens erkennt man fast in jeder Einzelheit die Überzeugung, daß es nicht nur darauf ankam, einzelne technische Kenntnisse zu übermitteln, sondern daß das Ziel der Ausbildung die Erziehung der Gesamtpersönlichkeit sein mußte. Dies erklärt die äußerst strenge Auslese und Disziplin am Gewerbeinstitut, deren Grundsätze Beuth im September 1829 in 400 Exemplaren drucken ließ. Sein eigenhändiges, hierfür entworfenes Konzept lautet:

Für die Zöglinge des Königlichen Gewerbe Instituts.

Es ist Pflicht der Zöglinge des K. Gewerbe Instituts, sich der Wohlthat werth zu zeigen, welche der Staat ihnen durch die Aufnahme angedeihen läßt. Diese Anstalt ist nur für sehr fähige, fleißige, ordentliche und moralische Menschen bestimmt; andere werden daraus entfernt. Ihr anzugehören soll eine Auszeichnung seyn. Wahrer Gewerbfleiß ist nicht ohne Tugend denkbar. Das Gewerbe Institut kennt keine andre Strafe, als Entfernung aus der Anstalt.

Diese erfolgt zu jeder Zeit und ohne Weiteres:

1. Wenn die Fortschritte eines Zöglings nicht hinreichend sind um den folgenden Unterricht zu verstehn, oder zu gering für eine Versetzung in die obere Klasse;
2. Wenn der Zögling sich nicht der größten Sittlichkeit und des größten Anstandes befleißigt;
3. Wenn der Zögling den Unterricht unter dem Vorwande von Krankheit oder ohne vorgängige Einwilligung der H. Lehrer versäumt;

Digitized by Google

4. Wenn der Zögling welcher verpflichtet ist, sich eine Viertel Stunde vor dem Anfange des Unterrichts im Gewerbehause einzufinden, im Laufe eines Lehrganges sechs mal zu spät gekommen ist, d. h. nachdem die Stunde geschlagen hat."

Wie auf allen Gebieten der staatlichen Gewerbeförderung in Preußen hat Beuth auch auf dem Gebiete des Gewerbeschulwesens die Erfahrungen anderer Industriestaaten nach Möglichkeit zu verwerten gesucht. Die in den Akten des preußischen Handelsministeriums befindlichen Berichte und gedruckten Programme über die Gewerbeschulen in Dresden bzw. Sachsen, Karlsruhe, München bzw. Bayern, Stuttgart, Wien, Prag, aber auch aus England und Frankreich legen beredtes Zeugnis von dem umfassenden Studium des ausländischen Gewerbeschulwesens ab.

Eine weitere Maßnahme Beuths, die das Aufbau- und Erziehungswerk des Gewerbeinstituts über den Rahmen der Anstalt hinaus fortsetzte, bestand darin, tüchtigen ehemaligen Schülern des Instituts Stellungen im In- und Auslande zu vermitteln, wobei selbst geldliche Zuwendungen des Ministeriums nicht gescheut wurden. Außerdem benutzte Beuth jede auf seinen Studienreisen sich bietende Gelegenheit, um ehemalige „Zöglinge" durch fürsorgliche Beobachtung und Beratung zu ermutigen und zu den höchsten Leistungen anzuspornen.

Im Jahre 1830 wurde Beuth auch die Leitung der Bauakademie übertragen. Er verschärfte die Aufnahmebedingungen und nahm gewisse Lehrplanänderungen vor. Auf die äußere Organisation der Bauakademie suchte Beuth seinen am Gewerbeinstitut erprobten Grundsatz des streng disziplinierten Klassenunterrichtes zu übertragen und wandelte im Zusammenhange hiermit den Namen „Bauakademie" in „Allgemeine Bauschule" um. Diese Maßnahme, die mit einer 30jährigen Überlieferung brach, erwies sich als nicht sehr glücklich. Sie wurde von den Studierenden als schwerer Nachteil empfunden und hat die Amtszeit Beuths nicht überdauert. Nach dem Rücktritt Beuths im Jahre 1845 wurde unter dem Direktor Busse der Zwang zum Besuch des Unterrichtes aufgehoben und die ursprüngliche Bezeichnung „Bauakademie" wiederhergestellt. Die in diesem Zusammenhange nicht zu betrachtenden Lehrplan- und Verfassungsänderungen der Bauakademie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts haben bekanntlich den im Jahre 1879 erfolgten Übergang zur Technischen Hochschule vorbereitet.

Im ganzen betrachtet, dürfte diese Skizze von Beuths Arbeit auf dem Gebiete des Fachschulwesens erweisen, daß es ihm gelungen ist, nicht nur in kürzester Zeit eine umfassende Organisation zu entwickeln, sondern vor allem durch die stete Betonung des Ethischen und Universellen in seiner Schulerziehung das Ziel zu verwirklichen, das bereits Stein vorgeschwebt hatte: die Erziehung und Ertüchtigung des Einzelnen zum Selbstbewußtsein, zur Selbstverantwortung, zu eigener Initiative.

Digitized by Google

Beuth und die Königlich Preußische Technische Deputation für Gewerbe

Die Königlich Preußische Technische Deputation für Gewerbe ist als höchste gewerbetechnische Behörde Preußens mit der Entwicklung der Technik und des gesamten industriellen und gewerblichen Lebens in Preußen eng verknüpft. Ihre fruchtbarste Tätigkeit im Sinne einer umfassenden Gewerbeförderung hat sie unter der Leitung Beuths, d. h. in der Zeit von 1819 bis 1845 ausgeübt. Beuth, dem 1818 die Abteilung für Handel und Gewerbe im Ministerium des Innern unterstellt worden war, erblickte in der Technischen Deputation das staatliche Zentralorgan, das geeignet war, das Erziehungswerk der technischen Schulen fortzusetzen, d. h. den Gewerbestand mit den Fortschritten der Technik auf dem laufenden zu halten. Bei den in den Jahren 1818 und 1819 stattgefundenen Beratungen über den Ausbau der seit 1811 bestehenden Technischen Deputation hat Beuth stets die belehrende Tätigkeit der Regierung in den Vordergrund gestellt, und dieser Leitgedanke hat sich unter dem Direktorat Beuths ungemein segensreich für die preußische Industrie ausgewirkt.

Die Geschichte der Technischen Deputation für Gewerbe ist in einem 1911 erschienenen Aufsatz von Matschoß erschöpfend dargestellt worden[1]). Es sei an dieser Stelle nur auf die besonderen Verdienste Beuths um die Organisation und Entwicklung dieser Behörde kurz hingewiesen.

Schon in einem Gutachten vom 27. Juni 1817 hatte Beuth die Organisation und Arbeitsweise der Technischen Gewerbe- und Handelsdeputation mit einer bei Beamten selten anzutreffenden Frische und Unbedenklichkeit kritisiert. Darüber hinaus hatte er ins einzelne gehende Vorschläge zur Umbildung dieser Behörde entwickelt, deren Hauptgesichtspunkte folgende waren:

> Jedes Mitglied der Technischen Deputation muß der in seinem Fache hervorragendste Mann sein. Die Gehälter sind so zu bemessen, daß die Mitglieder sich ausschließlich ihrem Amte widmen können.
>
> Die Haupttätigkeit der Technischen Deputation muß darin bestehen, bestimmte Aufgaben, die für die Gewerbe von besonderer Wichtigkeit sind, zu lösen; hierzu ist erforderlich:
>
> 1. Ständige Unterrichtung der Deputation durch das Ministerium über die schwebenden technischen Fragen.
> 2. Korrespondenzen und ausgedehnte Reisen der Mitglieder.

---

[1]) Matschoß, Conrad: Geschichte der Königlich Preußischen Deputation für Gewerbe. Zur Erinnerung an das 100jährige Bestehen. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des VDI, Bd. 3 (1911) S. 239. (Berlin: VDI-Verlag)

Digitized by Google

3. Beschaffung von Zeichnungen, Modellen usw. der neuesten technischen Einrichtungen.
4. Eigene technische Versuche der Deputation, die sich auch auf selbstgefertigte Modelle und größere Maschinen erstrecken.

Herausgabe eines Halbjahr- oder Jahrbuches, in dem hauptsächlich die Gegenstände behandelt werden, die sich praktisch bewährt haben. Bei der Herausgabe dieses Werkes, insbesondere bei der graphischen Ausstattung, darf die Regierung keine Kosten scheuen.

Unterrichtung einzelner Interessenten in Form von „Gutachten, Belehrung und praktischer Ausführung" in allen Fällen, die sich nicht für eine Veröffentlichung in Buchform eignen.

Öffentliche Lehrtätigkeit der Mitglieder der Deputation.

Ausscheidung der Handelssparte aus dem Arbeitsgebiet der Technischen Deputation.

Beschaffung umfassender literarischer Hilfsmittel.

Angemessene Lösung der Frage der räumlichen Unterbringung, besonders in Anbetracht des für Sammlungen, Laboratorien und eine Werkstatt erforderlichen Platzes.

Berücksichtigung der künstlerischen Erfordernisse, die darin bestehen, „den Einfluß eines geläuterten Geschmacks und die Kenntnis des Altertums zur Geltung zu bringen."

Geeignete Auswahl des Leiters der Technischen Deputation. Dieser muß zwar technische Kenntnisse besitzen, darf aber nicht ausschließlich Techniker sein. Ferner muß er möglichst gleichzeitig Mitglied der Verwaltung für Handel und Gewerbe im Ministerium sein. Nur auf diesem Wege kann die Technische Deputation in unmittelbarer Verbindung mit den Grundsätzen und Erfahrungen der Verwaltung bleiben und vor Einseitigkeit bewahrt werden.

Beuth verfaßte außerdem im gleichen Jahre (1817) ein ausführliches „Regulativ" über die künftige Stellung „der technischen Gewerbedeputation und der die Gewerbesachen bearbeitenden Räte, Assessoren und Referendare bei den Regierungen". Nach den im zweiten Teile dieses Regulativs enthaltenen Vorschlägen für die Vertretung der Gewerbeangelegenheiten bei den Regierungen wünschte Beuth technisch gebildete Verwaltungsbeamte, die als Räte und Assessoren ranggleiche Mitglieder der Regierungskollegien werden sollten; er glaubte den anzustrebenden Zweck durch Techniker und „Fabrikenkommissare", die den Verwaltungsbeamten untergeordnet sind, nicht erreichen zu können. Die damals zur Verfügung stehenden Techniker kamen ihrer Vorbildung nach für die geplanten Stellungen nicht in Betracht; Beuth entwarf daher ein ausführliches Ausbildungsprogramm für die vorgeschlagenen technischen Verwaltungsbeamten, an deren Heranbildung die Technische Deputation hervorragend beteiligt werden sollte.

Digitized by Google

Am 24. Januar 1818 hat Beuth seine sämtlichen Pläne, in einem Regulativ zusammengefaßt, dem Könige vorgelegt. Das Regulativ wurde vollzogen; seine Durchführung blieb jedoch ausgesetzt, weil nachträglich Bedenken aufgetaucht waren. Eine endgültige Stellungnahme zu den Richtlinien Beuths erfolgte erst durch eine Kabinettsorder vom 4. März 1819. Die Vorschläge Beuths für die Umbildung der Technischen Deputation wurden grundsätzlich genehmigt, jedoch in ihrem Umfange als über das Bedürfnis hinausgehend bezeichnet. Die Vorschläge dagegen, die sich auf die Gewerbeverwaltung bei den Regierungen und auf die Ausbildung technischer Verwaltungsbeamten bezogen, wurden als unausführbar abgelehnt, weil hierdurch die an den Gewerbesachen arbeitenden Räte von den übrigen Regierungsräten zu stark getrennt und sogar vor diesen bevorzugt würden.

Der Versuch Beuths, dem wissenschaftlich gebildeten Techniker den Weg zur höheren Verwaltung zu ebnen, war hiermit fehlgeschlagen. Beuths Grundgedanke, daß als Vorbereitung für den höheren Verwaltungsdienst eine geeignete technische und naturwissenschaftliche Ausbildung der juristischen gleichwertig, ja für bestimmte Posten unentbehrlich sei, lebt fort, obwohl er sich bis auf den heutigen Tag unter nunmehr wesentlich günstigeren Vorbedingungen nicht hat durchsetzen können. Die vom Verein Deutscher Ingenieure seit Jahrzehnten vertretene Forderung, neben den aus dem Richterstudium kommenden Gerichtsreferendaren auch Akademiker der Erfahrungswissenschaften zu der praktischen Schulung für den Beruf der höheren Verwaltung — in Reich, Staaten und Gemeinden — zuzulassen, liegt auf derselben Linie und hat durch eine Eingabe des VDI an den preußischen Minister des Innern vom März 1930 einen neuerlichen Antrieb erfahren.

Nachdem Beuth 1819 zum Direktor der Technischen Deputation ernannt worden war, verblieben als Mitglieder Hermbstaedt, Franck, May und Weber; hinzu kamen Oberbergrat Schaffrinsky und Oberbaurat Crelle als Maschinenbaumeister, der Fabrikenkommissar Severin und der Geheime Oberbaurat Schinkel.

Schon nach dreijähriger Amtstätigkeit als Leiter der Technischen Deputation war es Beuth gelungen, den größten Teil der von ihm vorgeschlagenen Reformen in die Tat umzusetzen. Wir entnehmen dies seinem ausführlichen Bericht an den Minister für Handel und Gewerbe vom 17. Juli 1822. Beuth schildert hier zunächst den Zustand der wissenschaftlichen Hilfseinrichtungen, den er vorgefunden hat:

> „Unter den Mitteln, Kenntnisse unter den Gewerbstand zu verbreiten, muß ich ferner die technische Deputation des Ministeriums für Gewerbe und Handel erwähnen, da sie bestimmt ist, wissenschaftliche und praktische technische Kenntnisse zu sammeln und zum Besten der Gewerbsamkeit zu verbreiten.

Digitized by Google

Diesen Zweck zu erreichen hatte die Behörde stets eine Bibliothek, Modellsammlung und ein Waarenkabinett. Theils aber war nie darauf hingearbeitet worden, durch jene Sammlungen eine vollständige Übersicht des neusten und besten Zustandes der Hauptzweige der Fabrikation zu gewähren, — theils aber war von 1806 bis 1819 für deren Vervollständigung nichts geschehen und hatte zum Theil nichts geschehen können."

Der Bericht hebt dann folgende Einrichtungen der Technischen Deputation hervor, die Beuth neu geschaffen oder erheblich ausgebaut hatte:

1. Die Bibliothek und die Sammlung von Zeichnungen und Kupferstichen

Während vor 1819 wiederholte Gesuche nach Bereitstellung von Mitteln für den Ausbau der technischen Fachbibliothek mit dem Hinweis auf die Benutzungsmöglichkeit der Staatsbibliothek abschlägig beschieden worden waren, gelang es Beuth, die Handbücherei der Technischen Deputation sehr wesentlich zu ergänzen. Besonderen Wert legte er auf die Beschaffung ausländischer Fachliteratur, die er teils eigenhändig bestellte, teils gelegentlich der Auslandsreisen von Staatsbeamten kaufen ließ. Ein mit der Bibliothek verbundenes Lesezimmer war zeitweise zur öffentlichen Benutzung freigegeben. Für die amtliche und öffentliche Benutzung standen auf Veranlassung Beuths angelegte Literaturübersichten zur Verfügung; diese Übersichten sind später mit der Bibliothek auf das Reichspatentamt übergegangen. Eine wertvolle Ergänzung der Bücherei bildete eine Sammlung von Zeichnungen neuester Maschinenkonstruktionen und Bauwerke, für deren Ergänzung, besonders durch ausländische Arbeiten, Beuth laufend bedeutende Mittel auswarf.

2. Die Modellsammlung

Eine Modellsammlung war beim Amtsantritt Beuths bereits vorhanden. Sie war jedoch durch zufällige Eingänge zustande gekommen und nicht planmäßig ergänzt worden. Aus Beuths Bemerkung: „Eine Modellsammlung wie das Conservatoire des Arts et des Métiers fehlt in Berlin" ist zu ersehen, daß ihn beim Ausbau der Modellsammlung das Vorbild dieser großen französischen Sammlung leitete. Er suchte, wie es in seinem Bericht vom 17. Juli 1822 heißt, „die Hauptzweige der Fabrikation nach den neuesten und besten Methoden in ihrem ganzen Zusammenhange, in genau nach einem bestimmten Maßstabe gearbeiteten und selbstarbeitenden Modellen darzustellen". Natürlich wurden hierbei die für Preußen damals wichtigsten Gewerbezweige, die „Zeug- und Metallfabrikation" bevorzugt. Von dem Bestande der Modellsammlung führt Beuth als besonders bemerkenswert eine vollständige Spinnmaschinenanlage für Streckwolle, von dem Berliner Fabrikanten Tappert gefertigt, an. Hervorgehoben sei außerdem eine „Tuchwaschmaschine von

Digitized by Google

Davis, gefertigt durch den Mechanikus Egells", sowie mehrere Dampfmaschinen, darunter eine von Egells. Auch auf die Beschaffung von Modellen aus dem Auslande wurden im Laufe der Jahre bedeutende Mittel verwandt.

3. Die Maschinensammlung

Die Maschinensammlung diente zur vorübergehenden Aufstellung von in- und ausländischen Neukonstruktionen. Trotz der schärfsten Ausfuhrverbote, durch die sich insbesondere England seinen industriellen Vorsprung zu sichern suchte, hat sich die Technische Deputation unter Beuths Leitung laufend Zeichnungen und Maschinen zu verschaffen gewußt und u. a. die neuesten Textilmaschinen nachgebaut. Die Maschinen wurden hier zunächst auf ihre Brauchbarkeit geprüft. Bewährte Maschinen oder Zeichnungen von ihnen wurden tüchtigen Gewerbetreibenden kostenlos zur Verfügung gestellt.

Es darf übrigens bei der Betrachtung dieser Vorgänge nicht übersehen werden, daß im 16. Jahrhundert England auf dem Gebiete des Bergbaues, der Grundlage aller Industrie, gerade von deutscher Seite wertvolle technische Anregung und Unterstützung empfangen hat. Beim Betriebe der Ende des Jahres 1564 gegründeten Society of Mines Royal hat England sich das Kapital, die Erfahrungen und die Arbeitskräfte (Tiroler Bergarbeiter) der im Kupferbergbau damals führenden deutschen Firma, der Augsburger Handelsgesellschaft Anton Haug, Hans Langnauer und Mitverwandte, in ausgedehntem Maße zunutze gemacht. In den folgenden Jahrhunderten, ganz besonders in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, waren dann die Zeitumstände für die Entwicklung der englischen Industrie überaus günstig. H. W. Dickinson, Ingenieur am Science Museum in South Kensington, London, stellt in einem Lebensabriß John Wilkinsons [5]) sehr anschaulich Englands damalige Lage der des Kontinents gegenüber:

> „Der Friede von Paris (1763) bestätigte England den Besitz der großen in Indien und Kanada eroberten Landgebiete und brachte ihm eine lange Friedenszeit, während zur selben Zeit das Wirtschaftsleben der Festlandstaaten unter Kriegen und Revolutionen empfindlich zu leiden hatte."

Um so mehr müssen die Ausführungen F. Haßlers in seinem Aufsatze „Augsburger Kaufleute und Tiroler Bergarbeiter im 16. Jahrhundert in England" [6]) unterstrichen werden:

> „Wenn hiermit" (mit dem Zusammenbruch der Society of Mines Royal in den englischen Bürgerkriegen um die Mitte des 17. Jahr-

[5]) Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des V D I., Bd. 3 (1911), S. 216. (Berlin: VDI-Verlag.) John Wilkinson von H. W. Dickinson, ins Deutsche übertragen von C. Matschoß.

[6]) Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des V D I., Bd. 17 (1927), S. 88. (Berlin: VDI-Verlag.)

Digitized by Google

hunderts) „auch die Tätigkeit der Deutschen im englischen Bergbau ein Ende fand, so ist sie doch nicht ohne Einfluß auf die weitere Entwicklung gewesen. Der große Aufschwung, den England zu Beginn der Neuzeit genommen hat, brachte es mit sich, daß in den beiden letzten Jahrhunderten England wiederum die Entwicklung der Technik so ausschlaggebend beeinflußt hat. Es darf aber nicht vergessen werden, daß es damit an Deutschland wenigstens nur einen Teil dessen zurückgab, was es von dort empfangen hatte, wenn man auch zugeben muß, daß es die Engländer verstanden haben, mit dem erhaltenen Pfund zu wuchern und empfangene Anregungen großzügig weiterzuentwickeln. . . ."

4. Die Produkten- und Fabrikatensammlung

Die Produkten- und Fabrikatensammlung enthielt Proben aller Erzeugnisse, die auf der „Ausstellung vaterländischer Fabrikate" im November 1822 einen Preis erhalten hatten. Beuth hoffte, hierdurch die erzieherische Wirkung dieser ersten Industrieausstellung in Preußen nachhaltiger gestalten zu können.

5. Die Laboratorien

Eine heute selbstverständlich erscheinende Grundlage technischer Gutachten bilden Laboratoriumsversuche. Auch auf diesem Gebiete mußte Beuth von Grund aus neu aufbauen. In seinem Berichte vom Juli 1822 konnte er bereits ein chemisches und ein physikalisches Laboratorium anführen, ferner ein Festigkeitslaboratorium mit zwei hydraulischen Pressen sowie ein technologisches Laboratorium mit drei aus feuerfestem Baustoff aufgeführten Feuerstellen, in denen Versuche über Glasfabrikation, Stahlerzeugung u. a. m. angestellt wurden. Diese Laboratorien dienten einerseits zu Versuchen der Technischen Deputation, anderseits als Hilfsmittel für den Unterricht am Gewerbeinstitut; hiermit war eine weitgehende Ausnutzung der Anlagen gewährleistet.

6. Die Modellwerkstatt

Eine im Gewerbehause untergebrachte Modellwerkstatt hatte in erster Linie die Aufgabe, „die Modelle der neuesten und besten Maschinen planmäßig zu fertigen". Die für die damalige Zeit ganz vorzüglich eingerichtete, mit Dampfmaschinenantrieb versehene Werkstatt diente zugleich als Lehrwerkstätte für das Gewerbeinstitut.

7. Die Kupferstecherei und die literarische Tätigkeit der Technischen Deputation

Bereits in seinem Gutachten vom 27. Juni 1817 hatte Beuth die literarische Tätigkeit der Technischen Deputation als den einzigen Weg bezeichnet, den Grund zu einem bisher in Preußen kaum vorhandenen ernsthaften technischen Schrifttum zu legen. Technisch-konstruktive Ab-

Digitized by Google

handlungen sind nicht wohl ohne Zeichnungsbeigaben denkbar. Es galt daher, für die damals sehr mühevolle und kostspielige Vervielfältigung von Zeichnungen die verlagstechnischen Grundlagen zu schaffen. Beuth richtete hierzu im Gewerbehause eine besondere Kupferstecherei ein, die über zwei Maschinen — eine aus England bezogen, die andere nach englischem Muster in Berlin gebaut — verfügte. Zum Teil wurden auch Kupfer- und Stahlstiche in England in Auftrag gegeben.

Was die von der Deputation bearbeiteten Fachgebiete anbelangt, konnte Beuth schon in seinem mehrfach erwähnten Bericht von 1822 auf folgende in Angriff genommenen Werke hinweisen:

Vorbilder für Fabrikanten und Handwerker.

Das Werk sollte vor allem geschmackbildend wirken. Es enthielt architektonische und andere Verzierungen, Abbildungen von Geräten und Gefäßen, Vorbilder für die Textilindustrie. An den Entwürfen hatte Schinkel mitgearbeitet. Das Werk kam nicht in den Buchhandel, sondern wurde als Auszeichnung an besonders verdiente Gewerbetreibende verschenkt.

Vorbilder für Bauhandwerker und Maschinenbauer.

Diese Druckblätter dienten zugleich als Lehrmittel für die Gewerbeschulen und wurden guten Schülern als Preise ausgehändigt.

Abhandlungen der Königlichen Technischen Deputation für Gewerbe. Als „I. Teil" dieser Abhandlungen erschien im Jahre 1826 ein umfassendes Werk von Severin über die Dampfmaschine, das viel beachtet wurde. Bald darauf folgten Veröffentlichungen über die Maschinen der Tuchfabrikation. Auch diese Bücher wurden an Industrielle verschenkt, um sie zur Vervollkommnung ihrer Betriebe anzuregen.

Auch für die besonderen Zwecke der Gewerbeschulen hat die Technische Deputation im Laufe der Zeit eine Reihe von Lehrbüchern und Unterrichtsvorlagen herausgegeben; es seien genannt: Schubarth, Elemente der technischen Chemie; Wedding, Sammlung von Zeichnungen ausgeführter Dampfmaschinen, nebst zwei Heften Text; Salzenberg, Vorträge über Maschinenbau; Brix, Versuche über Festigkeit der Eisendrähte.

8. Gutachtliche Patentprüfung

Die preußische Patentgesetzgebung beruhte auf einem „Publikandum" des Ministers der Finanzen und des Handels von Bülow vom 14. Oktober 1815. Dieser Erlaß definiert in der Einleitung Patente „als auf einen bestimmten Zeitraum beschränkte Berechtigungen zur ausschließlichen Benutzung einer neuen, selbst erfundenen, beträchtlich verbesserten, oder vom Auslande zuerst eingeführten, und zur Anwendung gebrachten Sache, zur Ermunterung und Belohnung des Kunstfleißes". Man erkennt in dem

Digitized by Google

hier mit „Kunstfleiß" bezeichneten Begriffe unschwer die „anny manner of new manufacture" des englischen Statute of monopolies von 1623 und die „tous les genres d'industrie" des französischen Patentrechtes wieder. Auf englische Grundsätze geht ferner zurück: die zeitliche Begrenzung des Patenschutzes, die Bedingung, daß der zu patentierende Gegenstand „neu" und „selbst erfunden" sein muß — das Statute of monopolies erkennt nur solche Monopole an, die dem „true and first inventor" erteilt sind und erteilt werden — sowie der Begriff des Einführungspatentes. Der in Absatz 6 des preußischen Publikandums geforderte Ausführungszwang war zuerst in Frankreich gesetzlich festgelegt worden.

Das seinerzeit international Besondere des preußischen Entwurfs war die Bedingung der Vorprüfung, die in Absatz 3 des Publikandums wie folgt ausgesprochen wurde:

„Die Regierung veranlaßt eine Prüfung der angezeigten Erfindung oder Verbesserung durch Sachverständige, und berichtet über die Gewährung des Gesuchs an das Finanz-Ministerium [7]), welches entweder eine neue Prüfung vornehmen läßt, oder auf den Grund der, durch die Provinzial-Regierung angestellten, Prüfung über das Gesuch, sowohl in Absicht der Patentirung im Allgemeinen, als über den Umfang und die Dauer des Patents entscheidet, und demnächst das Patent selbst ausfertigt und vollzieht. . . .".

Die hiernach gegebenenfalls vom Ministerium zu veranlassende Prüfung der Patentfähigkeit wurde der Technischen Deputation für Gewerbe übertragen.

Die drei damals bedeutendsten Industriestaaten, England, Frankreich und die Vereinigten Staaten von Amerika, führten um diese Zeit keine Vorprüfung der Patente durch. Der Einwand des Abgeordneten Boufflers, des Schöpfers des französischen Patentgesetzes von 1791, gegen die Vorprüfung, daß das eigene Interesse und die Erfahrung die besten Richter über die Neuheit und unbestechlicher als alle Fachgenossen seien, hatte seine Schlagkraft noch nicht eingebüßt. England und Frankreich hielten nach wie vor am Anmeldesystem fest. Amerika war 1793 von dem ursprünglich (1790) eingeführten Prüfungssystem zum Anmeldesystem übergegangen. Österreich hatte die unter der Kaiserin Maria Theresia eingeführte Vorprüfung der „Privilegien" auf Neuheit und Nutzen im Jahre 1810 fallen gelassen. Unter diesen Umständen gehörte der Mut der Überzeugung dazu, in Preußen das System der Vorprüfung aufzurichten.

In den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, Jahrgang 1822, gibt Beuth in seinem Aufsatze

[7]) Die Gewerbe- und Handelssachen wurden damals in einer Abteilung des Finanzministeriums bearbeitet.

Digitized by Google

„Über die Ertheilung der Patente im Königreiche Preußen" eine ausführliche Erläuterung und Begründung des Prüfungssystems. Nachdem Beuth dargelegt hat, daß in England und Frankreich „bei Verleihung der Patente keine Untersuchung über die Neuheit oder Eigenthümlichkeit der Erfindungen statt findet, sondern daß diese Erörterungen erst dann im Wege des Prozesses vorgenommen werden, wenn die Gültigkeit des Patentes angefochten wird; daß man ferner durch die mit der Patentertheilung verbundenen großen Kosten von dem Fordern unnützer Patente abzuhalten sucht", umreißt er die Aufgabe der Technischen Deputation wie folgt:

„Im Preußischen geschieht die Prüfung der Patentfähigkeit überhaupt von der Königl. technischen Deputation für Gewerbe, welche das Ministerium für Handel und Gewerbe, dem die Ausfertigung der Patente obliegt, in der Regel dazu auffordert. Es sind dies indeß bloße Gutachten, und es folgt aus der Patentirung nicht, daß der Gegenstand von der Deputation für patentfähig erachtet worden, da die Entscheidung nach der preußischen Verfassung lediglich von dem Minister des Departements abhängt. Die technische Deputation prüft: ob eine Erfindung vorhanden, die Sache neu und eigenthümlich ist, ob die wesentliche Verbesserung eines bekannten Verfahrens neu und eigenthümlich und mithin patentfähig ist, oder ob, wenn das Verfahren, welches angeblich verbessert wird, ein patentirtes ist, nicht unwesentliche Veränderungen zum Vorwande dienen sollen, den Erfinder um die Vortheile seiner Erfindung zu bringen."

Beuth begründet ferner die Einrichtung der Vorprüfung als solcher:

„Es scheint wenigstens, daß eine, aus wissenschaftlich und praktisch gebildeten Männern zusammengesetzte Behörde, eine Behörde, die sich von Amtswegen in fortgesetzter Kenntnis der Fortschritte der Gewerbe im In- und Auslande erhält, und bei welcher sich die Patentgesuche konzentriren, vor Misgriffen sichrer ist, als die verschiedenen, im Lande zerstreuten, Sachverständigen, auf deren Gutachten die verschiedenen Gerichtshöfe ihre Erkenntnisse zu gründen gezwungen sein würden, wenn man ihnen die Entscheidung überließe. Wollte man aber jene Behörde als einzig kompetent erklären, um sachverständige technische Gutachten in Patentrechtsstreiten abzugeben, und so den Uebelstand vermindern, daß das Gericht einer Provinz, vielleicht durch Sachverständige verleitet, Erkenntnisse erließe, die im Widerspruche mit denen einer anderen Provinz, oder in ganz ähnlichen Fällen stünden, so scheint es allerdings kürzer, dieses Gutachten vor der Patentertheilung zu erfordern, und besser, indem dadurch Prozesse vermieden werden, ohne der Sache Eintrag zu thun."

Digitized by Google

Die Einstellung Beuths zur Frage des Patentschutzes überhaupt geht aus dem nachstehenden, zusammenfassenden Satze hervor:

> „Je mehr man übrigens in diese Materie eingeht, um so mehr wird, wenn man Patente überhaupt noch nützlich erachtet, die Ueberzeugung lebendig: daß die Beschränkung der Patente auf wenige Fälle, und ein kräftiger Schutz durch das Patent, den Gewerbfleiß nicht nur am wenigsten beschränken, sondern auch am meisten fördern, so wie sich der Patentirte dabei am besten befindet."

Die außerordentlich geringe Zahl der in den ersten Jahren erteilten Patente legt beredtes Zeugnis davon ab, wie ernst es der Technischen Deputation mit der „Beschränkung auf wenige Fälle" war. Aus den laufenden Patentveröffentlichungen der Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen ersieht man, daß von 1815 bis 1821 im Durchschnitt jährlich nur 9 Patente erteilt worden sind. 1822 wurden 4, 1823 16 und 1824 17 Patente erteilt.

Der Neuheitsbegriff wurde in Preußen auf Grund sorgfältigen Studiums auch der ausländischen technischen Literatur sehr gewissenhaft gehandhabt. Beuth bemerkt hierüber in einem Briefe an den Kaufmann C. C. Bahr in Liverpool vom 6. 11 1826[1]: „Auch ist eine Sache nicht patentfähig wenn sie sonst bekannt, mithin in irgend einem Buche des In- oder Auslandes beschrieben ist ...". Zur Prüfung von Patentgesuchen wurden gegebenenfalls auch Fachleute an Ort und Stelle entsandt. Bei den allgemeinen Studienreisen der Mitglieder der Deputation wurde jede Gelegenheit benutzt, um patenttechnische Beobachtungen anzustellen.

Das deutsche Patentgesetz vom 25. Mai 1877 hat die von der preußischen Technischen Deputation seinerzeit im Gegensatz zu allen übrigen Industriestaaten durchgeführte Vorprüfung der Patente übernommen und hiermit die mühsame, viel angefeindete Pionierarbeit der Technischen Deputation unter Beuth als vorbildlich anerkannt. Übrigens war Amerika bereits 1836 zur Patent-Vorprüfung zurückgekehrt. Großbritannien führt erst seit 1905 eine Prüfung der Patente auf Neuheit durch, während Frankreich nach wie vor das Anmeldesystem beibehalten hat.

Damme und Lutter überschreiben ihrem Werke über das deutsche Patentrecht das Motto: „Der Erfinder ist der Lehrer der Nation". Die preußische Technische Deputation hat durch ihr sorgfältiges Prüfungsverfahren schon seit 1815 dafür gearbeitet, daß nur die wahren und ersten Lehrer der Nation des staatlichen Patentschutzes teilhaftig wurden.

---

[1] Akte D I, 1, 1, 4. Heft.

Digitized by Google

Beuth als Begründer des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen

Eine umfassende Darstellung der Entstehung des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen und seiner Arbeit im ersten Jahrhundert seines Bestehens verdanken wir Conrad Matschoß[2]). Es können hier nur die Grundzüge dieser Entwicklung skizziert werden.

Am 15. Januar 1821 ist der Gewerbfleißverein im Versammlungssaale der Stadtverordneten zu Berlin zu seiner ersten Sitzung zusammengetreten. Beuth als Vorsitzender des Vereins erblickte in ihm das dritte der „großen Mittel zur Beförderung des Gewerbfleißes" und prägte in seiner Eröffnungsrede die bekannten Worte aufrüttelnder Mahnung und Zielsetzung:

> „Wer in einem Lebensverhältnisse, welches es sey, still steht, der steht nur scheinbar still, die Wahrheit ist, er geht zurück: es gibt nur Vorschreiten und Rückschreiten im Leben. — Diese Wahrheit ist nirgends sichtbarer als beim Betriebe der Gewerbe." —

Das erste Namenverzeichnis des Vereins vom 7. Januar 1822 umfaßte 367 Mitglieder, und zwar 194 einheimische und 173 auswärtige. Mitglieder des Vereins waren nicht nur Gewerbetreibende im engeren Sinne, sondern es fanden sich unter ihnen Namen von gutem Klang aus Handel und Gewerbe, Kunst und Wissenschaft, aus der Verwaltung und Politik.

Seiner äußeren Bezeichnung nach beschränkte sich der Verein zunächst auf Preußen. Deutschland war wirtschaftlich noch nicht geeint. Der Zollverein wurde erst mehr als ein Jahrzehnt später geschaffen. Gleichwohl unterhielt der Gewerbfleißverein von Anfang an auch Beziehungen zu den gewerblichen Kreisen anderer Bundesstaaten, und bald traten auch aus diesen namhafte Vertreter — auch Staats- und Gemeindebehörden — dem Verein als Mitglieder bei. Nach der Wiedererrichtung des deutschen Reiches fiel die Beschränkung des Vereines auf Preußen auch in seiner äußeren Bezeichnung fort.

Um die Ergebnisse der Verhandlungen des Vereins in größtem Umfange für die Gewerbeförderung im ganzen Lande nutzbar zu machen, hat Beuth sich dafür eingesetzt, daß von Anfang an die „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen" in Form einer Zeitschrift veröffentlicht wurden. Die Vereinstätigkeit erstreckte sich auf alle Zweige des gewerblichen Lebens; die Mittel zur Erreichung des Vereinszweckes waren im § 2 seines Statutes wie folgt vorgezeichnet:

---

[2]) Preußens Gewerbeförderung und ihre großen Männer. Dargestellt im Rahmen der Geschichte des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1821—1921. (Berlin: VDI-Verlag 1921.)

Digitized by Google

„Kenntnißnahme von dem Zustande der Gewerbsamkeit im Inlande und Auslande, Prüfung von Entdeckungen und Erfindungen, Unterricht, Aufmunterung durch Belohnung bedeutender Erfindungen, Concurrenz durch das Aussetzen von Prämien sind die Mittel, deren sich die Gesellschaft bedient, ihren Zweck zu erreichen."

Man erkennt in dieser Zusammenstellung gleichsam die Handschrift Beuths wieder, seine Grundsätze, auf denen das ganze Gewerbeförderungsprogramm Preußens beruhte. Die enge Verknüpfung des Vereins mit den staatlichen Organisationen kam auch darin zum Ausdruck, daß ihm im Gewerbehause ein Versammlungssaal eingeräumt wurde. Außerdem unterstützte das Ministerium die Zeitschrift des Vereins nach jeder Richtung hin, indem es dem Verein technische Berichte, die weitere Kreise interessierten, zur Veröffentlichung in den Verhandlungen überwies.

Die Gründung des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes, des ersten und lange Zeit einzigen gewerblichen Vereins in Preußen, bildete somit ein wichtiges Glied in der Reihe der Regierungsmaßnahmen zur Förderung der Industrie. In den folgenden Jahrzehnten ist eine stattliche Zahl von Einzelvereinen für alle großen Gewerbezweige neben dem Gewerbfleißverein entstanden; sie zeugen von seinen Erfolgen und von der Fruchtbarkeit der Leitsätze, die sein Begründer Beuth ihm auf den Weg gegeben hatte.

Die weitere Entwicklung der Industrieförderung in Deutschland als Ausgestaltung der Gedanken Beuths

Es ist ungemein reizvoll zu verfolgen, wie die weitere Entwicklung der Gewerbeförderung in Preußen und später im Deutschen Reiche sich unmittelbar auf den Organisationen aufbaut, die Beuth in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts geschaffen hat. Man kann geradezu feststellen, daß in den Gedankengängen Beuths — gleichsam wie in einem Ei — Richtung und Ziele der folgenden Sonderentwicklungen enthalten waren. Dies bietet eine weitestgehende Bestätigung für den sicheren Instinkt Beuths und den bleibenden Wert seiner Maßnahmen.

Was zunächst das technische Schulwesen anbetrifft, läßt sich die unmittelbare Entwicklungslinie aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts leicht erkennen. Das Gewerbeinstitut, die nachmalige Gewerbeakademie (1866), ist im Jahre 1879 mit der Bauakademie zur Technischen Hochschule Berlin verschmolzen worden. Mit Berücksichtigung des gesamten Reichsgebiets kann man feststellen, daß außerdem die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Dresden, Karlsruhe, Hannover, München und Stuttgart gegründeten technischen Schulen sich zu Hochschulen entwickelt haben. Daneben haben die technischen Mittelschulen nach dem

Digitized by Google

Vorbilde Beuths eine große Bedeutung behalten und hochwertige Leistungen auf dem Gebiete der technischen Erziehung aufzuweisen. Auch die heute mit großer Energie geförderte Facharbeiter- und Meisterfortbildung, sei es in der Form von staatlichen und städtischen Berufsschulen, von Werkschulen oder von städtischen Abendschulen, läßt sich in ihren Wurzeln bis zu überraschenden Einzelheiten in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts zurückverfolgen.

Aus der Tätigkeit der Technischen Deputation mögen als wichtigste, nicht zeitgebundene Sparten die Anlage der technischen Bibliothek, die literarische Tätigkeit, die Modellsammlung und die Arbeiten auf dem Gebiete der Patentprüfung in ihren Auswirkungen verfolgt werden.

Die technische Literatur und die allenthalben vorhandenen technischen Bibliotheken sind aus dem heutigen Leben nicht fortzudenken. Man bewundert den Mut und die Tatkraft Beuths, mit der er seinerzeit aus dem Nichts in kurzer Zeit die ersten, notwendigsten, exakten Grundlagen für den technischen Gedankenaustausch schuf. Die auf seine Veranlassung durch Severin und Schubarth angelegten und von Bruno Kerl fortgeführten Literaturübersichten sind vom Reichspatentamt übernommen und fortgesetzt worden.

In der nach dem Vorbilde des Conservatoire National des Arts et Métiers angelegten Modellsammlung hat Beuth für seine Zeit in kleinem Maßstabe das geschaffen, was heute Oskar von Miller in großem Umfange im Deutschen Museum zu München für die gesamte Technik erfolgreich verwirklicht hat. Die Wirkungen dieser gewaltigen technisch-geschichtlichen Sammlung strahlen bis ins Ausland, ja bis nach Amerika aus. Man beabsichtigt in Amerika, auf den Erfahrungen der Münchener Museumstechnik aufbauend, ähnliche entwicklungsgeschichtliche Sammlungen zu errichten, und hofft, als erstes Museum dieser Art das Museum of Science and Industrie in Chicago im Jahre 1933 dem Publikum zugänglich machen zu können.

Die Arbeiten der Technischen Deputation auf dem Gebiete der Patentprüfung sind, wie an früherer Stelle ausführlich dargelegt worden ist, bei der Übernahme des Patentwesens durch das Reichspatentamt als vorbildlich anerkannt worden. Insbesondere ist der von Beuth streng durchgeführte Grundsatz der Vorprüfung im Gegensatz zu anderen Staaten für das deutsche Patentrecht maßgebend geblieben.

Der von Beuth begründete Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, hat durch seine umfassende, erfolgreiche Aufklärungsarbeit vorbildlich für die Entwicklung des technischen Vereinswesens in Deutschland gewirkt. Die Technik war damals noch so übersehbar und geschlossen, daß alle Zweige in einem Verein zusammengefaßt werden konnten. Mit der fortschreitenden Ausbreitung des technischen und industriellen Lebens hat sich in der Folgezeit eine gewaltige

Digitized by Google

Zahl von Sondervereinen für die einzelnen Fachgebiete gebildet. Man zählt heute in Deutschland 182 technisch-wissenschaftliche Vereine mit rund 300 000 Mitgliedern. Unter Berücksichtigung der Bezirksvereine — der VDI hat allein 53 Bezirksvereine — ergibt sich eine Gesamtzahl von 700 Haupt- und bezirklichen Vereinen.

Die Nachteile der hierdurch bedingten fachlichen und organisatorischen Zersplitterung sucht der im Jahre 1916 in Berlin gegründete Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine E.V., dem 40 der größten technisch-wissenschaftlichen Vereine mit über 100 000 Einzelmitgliedern angehören, auszugleichen. Die Aufgabe dieses Verbandes wird in seiner Satzung wie folgt formuliert:

> „Zweck des Verbandes ist, unbeschadet der selbständigen Arbeiten der Einzelvereine, die gemeinsame Arbeit auf den verschiedenen Gebieten der Technik, insbesondere die Förderung der technischen Wissenschaften, die Mitarbeit in Fragen der technischen Gesetzgebung, die Vereinheitlichung gemeinsamer technischer Grundlagen und die Weiterentwicklung des technischen Unterrichtswesens. Der Verband will weiter dem technischen Schaffen im öffentlichen Leben den der Bedeutung der Technik für unser Gemeinwesen entsprechenden Einfluß sichern."

Man erkennt hierin das Bemühen, die ungeheure Vielgestaltigkeit des heutigen technischen Lebens in den gemeinsamen kulturellen Rahmen zusammenzufassen, auf die gemeinsame Quelle zurückzuführen, deren Ursprung am Beginn des 19. Jahrhunderts liegt. Man erkennt fast wörtlich die Beuthschen Grundsätze wieder, die in ihrer genialen Klarheit und Universalität nach wie vor wertvolle Richtlinien für die Entwicklung der Technik als Kulturfaktors geben.

Beuths Persönlichkeit

Eine sehr lebendige Skizze von Beuths Persönlichkeit entwirft Rudolf von Delbrück[10]):

> „Äußerlich war er eine auffallende Erscheinung: eine große Gestalt mit kleinem Kopf und ungewöhnlich breiten Hüften, bekleidet mit einem blauen Überrock von altväterischem Schnitt und mit weiten Beinkleidern, auf der Straße bedeckt mit einer Militärmütze. Unter dem dichten grauen Haar leuchteten aus dem gefurchten Gesicht ein Paar kleine blaue Augen. Er war wortkarg, aber jedes Wort, das er mit seiner dünnen Stimme sprach, war bestimmt und klar. Sein Haus war Sonntags abends für einen Kreis alter und junger Freunde geöffnet, im Winter in seiner Dienst-

[10]) R. v. Delbrück: Lebenserinnerungen. Leipzig 1905, Duncker & Humblot.

Digitized by Google

wohnung im zweiten Stock des Gewerbehauses, im Sommer in seiner kleinen Cottage in Schönhausen. Seine bejahrte Schwester, welche dem Hauswesen des alten Junggesellen vorstand, machte in liebenswürdig anspruchloser Weise die Wirtin. Die Gesellschaft bestand aus höheren Beamten, namentlich den Räten der Abteilung mit ihren Damen, aus Künstlern und Kunstkennern, aus Technikern und aus Offizieren. Ich habe an diesen Abenden, zu welchen ich mich oft einfand, die aus meiner Kinderzeit herrührende Bekanntschaft mit Rauch erneuert; von neuen Bekanntschaften habe ich die mit den Bildhauern Tieck, Wichmann, Drake und Kiß, mit den Kunstforschern Zahn und Waagen und mit dem General von Willisen, dem späteren Gesandten in Rom, hervorzuheben. Die Unterhaltung, welche bei der Wortkargheit des Hausherrn nicht immer leicht in Fluß zu erhalten war, bewegte sich vorzugsweise um künstlerische Fragen und Interessen; war ein Pferdekenner anwesend, so kamen die Pferde aufs Tapet, denn Beuth hatte als alter Kavallerist ein lebhaftes Interesse für diese edelen Tiere und hielt sich stets ein auserlesenes Gespann, welches er viel zu sehr liebte, um es häufig zu benutzen. Er gehörte zu den Naturen, deren wahres Wesen nur langsam erkannt wird, er konnte anfangs durch Gleichgültigkeit, Kälte oder Schroffheit zurückstoßen, wer ihm aber näher trat, wurde inne, daß er Tiefe des Gemüts und Wärme des Herzens besaß."

Die von Delbrück erwähnten geselligen Zusammenkünfte hat Beuth bereits als junger Beamter gepflegt; aus diesem Kreise ist der Gewerbfleißverein entstanden. Außer den von Delbrück genannten Persönlichkeiten sind noch Egells, Borsig, Freund, Wedding und Wöhlert als häufige Gäste dieser Abende zu nennen, ferner v. Pommer-Esche, dessen Tochter, spätere Frau von Delbrück, ein Patenkind Beuths war. Ständiger Gast war Schinkel, mit dem Beuth innige Freundschaft verband. Beuths Briefe von seiner Englandreise 1823 an Schinkel geben ein schönes Zeugnis dieser Freundschaft. Im Jahre 1826 unternahm Beuth, wie erwähnt, zusammen mit Schinkel eine Reise nach England. Schinkels Tagebücher von dieser Reise[1] erweisen ein hervorragendes Verständnis dieses Künstlers für technische Gegenstände; Beuth wiederum, der Jurist und Techniker, war ein begeisterter Kunstfreund; es muß ein Zusammenarbeiten von wundervoller Harmonie gewesen sein. Die Verehrung, die Schinkel für Beuth hegte, zeigt sich in einer Reihe seiner Gemälde, die Beuth und seinen Ideenkreis zum Vorwurf nahmen; in idealisierender, humoristischer, teilweise auch satirischer Form. Ein Bild stellt Beuth auf einem Flügelroß reitend dar; er läßt Seifenblasen in die Luft steigen. Unter ihm entrollt sich sein Zukunftstraum; am Fuße eines Berges eine

[1] Waagen, Aus Schinkels Nachlaß.

Digitized by Google

riesige Fabrikstadt, ein Wald von rauchenden Schloten, durchzogen von breiten Kanälen. Ein anderes Bild zeigt Beuth in großem Lehnstuhl, den Kopf versunken zur Seite gelegt. Er ist umgeben von Aktenstapeln: „Eisenbahn", „Gewerbeabteilung", „Technische Deputation" u. a. Rechts im Hintergrunde ist das Landhaus in Schönhausen sichtbar, links eine Eisenbahn. Hinter dem Lehnstuhl erscheinen die Köpfe zweier Pferde. — Das Bild spielt auf Beuths zurückhaltende Einstellung zur Einführung der Eisenbahn in Preußen an und motiviert sie mit dem gefühlsmäßigen Antagonismus Pferd—Lokomotive, Postkutsche—Eisenbahn. Nach Delbrück sind es jedoch auch durchaus sachliche Erwägungen gewesen, die diese ablehnende Stellungnahme Beuths zur Eisenbahnfrage veranlaßten; er schreibt:

> „Der Mann, welcher mehr als irgendein andrer getan, um für den Eisenbahnverkehr die Elemente und für den Eisenbahnbetrieb die technischen Mittel zu schaffen, stand dem Eisenbahnbau in Preußen gleichgültig gegenüber, weil er aus seinen Wahrnehmungen in England die Überzeugung mitgebracht hatte, daß der preußische Verkehr noch lange nicht entwickelt genug sei, um der Eisenbahnen zu bedürfen, und weil er nicht imstande war, sich von dieser einmal gewonnenen Überzeugung zu trennen. . . ."

Von einer Reise Beuths im Jahre 1852 wissen wir allerdings, daß er die Eisenbahn später recht gern benutzt hat und enttäuscht war, daß eine Strecke zwischen Prag und Wien, die er bereits fertiggestellt glaubte, noch nicht in Betrieb war, und er zur alten Postkutsche seine Zuflucht nehmen mußte.

Beuth hat sein lebhaftes Interesse für Pferde und Pferdezucht in Schönhausen praktisch betätigt. Auch literarisch hat er sich mit diesem Gegenstande beschäftigt. In seinem Nachlasse befindet sich ein ausführliches Manuskript „Über den Hufbeschlag der Pferde"; außerdem berichtet er eingehend über die Zäumung der Pferde, den Wagenbau, das Leben östlicher Reitervölker. Als Quellen sind vornehmlich griechische, römische und arabische Schriften, u. a. auch die Bibel und der Koran benutzt worden. Beuths nachgelassene Bibliothek zählt nicht weniger als 178 Werke über Pferde und Pferdezucht. Auf seinen Reisen versäumte Beuth nie eine Gelegenheit, Pferderennen zu besuchen. Auch für Hunde hat er großes Interesse gezeigt.

Bekannt und viel bewundert war Beuths Kunstsammlung. Beuth war ein begeisterter Verehrer Dürers und besaß seine Stiche fast lückenlos in Originalabzügen. Wertvolle Gemälde und Federzeichnungen namhafter Künstler, sowie kostbare kunstgewerbliche Arbeiten waren in seinem Besitze.

Von Beuths außergewöhnlicher Vielseitigkeit zeugen ferner geschichtliche und musiktheoretische Arbeiten seines Nachlasses. —

Digitized by Google

Die wissenschaftliche, ästhetische und gesellschaftliche Vielseitigkeit Beuths, sein überragendes Organisationstalent, getragen von Fleiß und Energie bei der Beherrschung von Einzelproblemen, seine jederzeit unbekümmerte Kritik — haben ihn als Beamten befähigt, den Rahmen des Bürokratismus zu sprengen und die schöpferischen Kräfte des jungen Preußen zu gewaltiger Aufbauarbeit zusammenzufassen. Er hat das Vorbild seiner Worte gelebt, mit denen er in seiner Eröffnungsrede am 15. Januar 1821 im Saal der Stadtverordneten zu Berlin den von ihm begründeten Verein begrüßte:

„Der Gewerbfleiß, welchen zu befördern wir beabsichtigen ist die Grundlage des Reichthums einer Nation, und da wahrer Gewerbfleiß nicht ohne Tugend denkbar ist, so ist er auch die Grundlage der Nationalkraft überhaupt. . . ."

Literaturverzeichnis

Akten des Preußischen Ministeriums für Handel und Gewerbe.

Boeck: Die technisch-wissenschaftlichen Vereine. Berlin 1930.

Damme, F., und Lutter, R.: Das deutsche Patentrecht. Berlin 1925.

Delbrück, Rudolph v.: Lebenserinnerungen. Leipzig 1906.

Lehmann, Max: Freiherr vom Stein. Leipzig 1902.

Matschoß, Conrad: Geschichte der Dampfmaschine. Berlin 1901.

ders. Die Berliner Industrie einst und jetzt. Berlin 1906.

ders. Die Entwicklung der Dampfmaschine. Berlin 1908.

ders. Friedrich der Große als Beförderer des Gewerbfleißes. Zur 200. Wiederkehr des Geburtstages Friedrichs des Großen, im Auftrage des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes. Berlin 1912.

ders. Preußens Gewerbeförderung und ihre großen Männer. Dargestellt im Rahmen der Geschichte des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1821 bis 1921. Berlin 1921.

ders. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Jahrbuch des VDI Bd. 3 (1911) S. 216. 239 u. Bd. 17 (1927) S. 88. Berlin VDI-Verlag.

Wolzogen, Karl Aug. Alfr., Frhr. v.: Aus Schinkels Nachlaß. Berlin 1862—64.

Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes.

Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

VDI Nachrichten.

Transdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Jahrgang 1929

Heft 1: **Wege und Ziele des Deutschen Museums.** Von W. von Dyck, DIN A 5, II/36 Seiten m. 2 Abbild.

Heft 2: **Heinrich Hertz.** Von J. Zenneck DIN A 5, II/36 Seiten m. 13 Abbildungen

Heft 3: **Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.** Von E. Treptow. DIN A 5, IV/48 Seiten m. 42 Abbild.

Heft 4: **Der Weg des Geistes in der Technik.** Von L. Erhard DIN A 5, IV/30 Seiten m. 55 Abbild. u. 2 Übersichtstafeln

Heft 5: **Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.** Von O. von Miller. DIN A 5, II/27 Seiten m. 11 Abbild.

Heft 6: **Geschichte der Photographie.** Von E. Stenger DIN A 5, IV/44 Seiten m. 15 Abbildungen

Jahrgang 1930

Bisher liegen vor:

Heft 1: **Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft.** DIN A 5, II/32 Seiten m. 7 Abbildungen

Heft 2: **Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.** DIN A 5, II/32 Seiten m. 15 Abbildungen

Heft 3: **Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.** DIN A 5, II/20 Seiten mit 11 Abbildungen

Heft 4: **Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.** DIN A 5, II/32 Seiten mit 11 Abbildungen

Als Heft 6 erscheint:

Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.– (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.– (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.– (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Für Mitglieder des Deutschen Museums im Mitgliederbeitrag eingeschlossen.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH, BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

al
Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und technik

DER SCHIFFBAUER IN DER BILDENDEN KUNST

VON
FR. MOLL

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
TV7
APR 6 1936
LA
LIBRARY

1930
VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

2. JAHRGANG HEFT 6

DER SCHIFFBAUER IN DER BILDENDEN KUNST

VON

FR. MOLL

1 9 3 0

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Der Schiffbauer in der bildenden Kunst

Von Friedrich Moll, Berlin

Der Schiffbau gehört zu den ältesten Künsten der Menschheit. Alte Schriften wissen davon zu erzählen, daß die Götter dem Menschen diese Kunst als eines der wertvollsten Geheimnisse verraten haben. Schon 4000 v. Chr. bezeugen uns Funde, wie das herrliche Silberboot aus Ur in Chaldäa und die Wandbilder und Vasenbilder aus Hierakonpolis in Ägypten, eine hohe Entwicklung der Schiffbaukunst. Die Formen können auch heute noch unser Entzücken erregen. Nicht lange danach lernen wir die Werkzeuge und Arbeitsweisen der Alten kennen. Freilich, Werkzeugstahl hatte man damals noch nicht. Zu Anfang mußte scharfgeschliffener Stein, dann Bronze zur Bearbeitung des Holzes dienen. Die Anweisungen der Meister sind wohl noch ziemlich einfach gewesen, etwa so, wie wir sie in der Bibel im 1. Buch Moses Kap. 6 finden. Da spricht Gott zu Noah: „Baue dir eine Arche aus Nadelholzstamm. Mit lauter Kammern sollst du die Arche bauen und sie von innen und außen mit Erdharz anstreichen, und so sollst du sie bauen: 300 Ellen (etwa 140 m) soll die Länge der Arche betragen, 50 Ellen ihre Breite und 30 Ellen ihre Höhe. Eine Lichtöffnung sollst du in der Arche machen, und zwar zu einer Elle sollst du sie ganz herum hoch oben herstellen und den Eingang der Arche an ihrer Seite anbringen und ein unteres, mittleres und oberes Stockwerk darin anlegen". Ganz ähnlich heißt es auch im Gilgamesch-Epos, dem berühmten assyrischen Gedicht, dessen älteste Niederschrift etwa aus dem Jahre 2200 v. Chr. stammt: „Sohn des Ubara-tutu baue ein Schiff", und dann wird uns erzählt, wie die Götter dem Utnapischti, dem Ahnherrn des Gilgamesch, einst Vorschriften über den Schiffbau gegeben hatten, die denen unseres biblischen Berichtes ziemlich ähnlich sind.

Die Texte verraten leider nur wenig über die Tätigkeit des Meisters und seine Werkzeuge. Um so mehr erfahren wir hierüber aus den ägyptischen Wandbildern, die zum Teil in die Zeit der Sintflut (im vierten Jahrtausend v. Chr.) zurückreichen. Die Wände ägyptischer Grabräume sind seit der Zeit Cheops, des großen Pyramidenbauers, mit unzähligen Darstellungen aus dem ganzen Leben und Treiben des Volkes geschmückt. In Palästina dürfen wir freilich etwas Ähnliches nicht erwarten. Der Befehl „Du sollst dir kein Bildnis machen" wurde schon von frühester Zeit von den Juden, indem man die Fortsetzung „daß du es anbetest" übersah, als ein Verbot gegen jede Abbildung menschlichen oder tierischen

Digitized by Google

Lebens und ihrer Betätigung angesehen. Da auch die andern Völker Vorderasiens anscheinend dem Schiffbaumeister kein sonderliches Interesse abgewinnen konnten, sind wir auf nur spärliche Stellen aus Inschriften und Überlieferungen angewiesen. Wir wissen z. B., daß Hammurabi in seinem berühmten Gesetzbuch auch des Schiffbaues gedacht hat und 1900 Jahre vor unserer Zeitrechnung Bestimmungen darüber erlassen hat, daß nach Maß mit Rückgrat, Rippen und Wänden gebaut, und das Ganze mit Erdpech vom Gebirge Madga gedichtet werden solle. Der Prophet Hesekiel schreibt im 27. Kap. von den Phöniziern: „Aus Zypressenholz vom Senir haben sie dir alles Plankenwerk gebaut und eine Zeder vom Libanon führen lassen, und einen Mastbaum für dich daraus gemacht. Aus Eichen von Basan haben sie deine Ruder gefertigt und dein Deck aus Edeltannenholz mit Elfenbein von den Inseln der Kitthäer ausgelegt. Dein Segel war von gestickter köstlicher Leinewand aus Ägypten". Noch einige Zeit später finden wir im Talmud (Traktat Erubim) diese Sätze: „Auf einem Schiff darf man, wie Rabh sagt, unbeschränkt tragen [1]. Jedoch, wenn es umgestülpt ist, darf man nur vier Ellen tragen. Für welchen Zweck sollte man es wohl umgestülpt haben? Wenn man es umgestülpt hat, um darunter zu wohnen, darf man unbeschränkt tragen, wenn man es aber umgestülpt hat, um zu verpichen, darf man nur vier Ellen tragen". Im Traktat Baba Mecia werden die Schiffbauer geradezu Pechleute genannt. Man kann es schon verstehen, daß die Dichter, denen wir doch die meisten Überlieferungen jener alten Zeit verdanken, mit dem Schiffbaugewerbe, wo man von Pech schwarz wurde, nicht viel zu tun haben wollten. Da lag in Ägypten die Sache doch etwas anders. Der Ägypter, wenn er gestorben und in die jenseitige Welt eingegangen war, wollte sich gern noch mit allem umgeben, was hierselbst auf Erden zu seinem Wohlleben gehört hatte. So werden die Grabkammern nicht nur mit Modellen von Schiffen aller Art, Reisebooten, Dienstbooten, Vergnügungsfahrzeugen angefüllt, sondern auf den Wänden wird auch das ganze Leben und Treiben des Gutshofes in Malereien und Skulpturen geschildert. So können wir denn oft genug in den wiederaufgegrabenen Kammern die Handwerker bei ihrer Arbeit belauschen. An die Malweise müssen wir uns freilich erst gewöhnen. Während bei uns heute vom Maler gefordert wird, daß er perspektivisch richtig alles so wiedergibt, wie er es unmittelbar etwa auf der Scheibe einer Camera Obscura, eines photographischen Apparates sieht, war es die ungeheure Kunst der Ägypter, gradaufsichtig-vorstellig zu malen. Sie legten ihre Ehre darein, uns möglichst alles, was irgendwie wichtig war, in einem Bilde vereinigt zu geben, und uns gewissermaßen, wie es auch heute noch der Ingenieur mit seinen Bauzeichnungen macht, im Geiste um den ganzen dargestellten Gegenstand herumzuführen. Es läßt sich wohl nicht leugnen, daß ihnen auf

[1] Sinnbildlich für Arbeiten am Sabbat.

Digitized by Google

diese Weise Bilder von höchster Lebendigkeit geglückt sind. Betrachten wir einmal den Bau des Papyrusbootes, das für ein am Nil gelegenes Haus fast ebenso unentbehrlich war, wie etwa heute der Kahn im Spreewald. Da schneiden Arbeiter den Papyrus in den unendlichen Sumpfdickichten am Nil, andere binden ihn zu Bündeln und tragen diese Bündel zum Gutshof, Abb. 1. Dort werden aus einzelnen Halmen kleinere Bündel geflochten oder zusammengebunden und diese dann zum Boot zusammen-

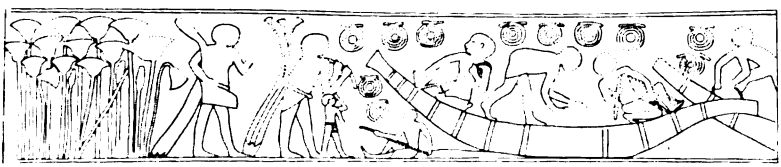


Abb. 1. Bau von Papyrusbooten in Ägypten um 2550 v. Chr.

gesetzt. In der Mitte wird der Baustoff dicker angehäuft, um so die Unterlage für die Plattform, auf der der Fahrgast sitzt oder steht, zu schaffen. Die Enden werden schlanker ausgezogen. Mit Macht stemmen sich die Arbeiter mit dem Knie oder dem Fuß gegen die Bündel, um die Taue, die die einzelnen Bündel zusammenschnüren, fest anzuziehen. Das Bindemittel liegt in einzelnen Rollen an der Baustelle bereit. Was beim Papyrus-

Abb. 2. Boot des Aba nach einem Vorbild aus der Zeit um 2550 v. Chr. Grab des Rohotep bei Medum

boot eine Notwendigkeit war, hat man wohl später rein als Ornament auf das Holzboot übertragen. Wir sehen wenigstens auf einem Bilde von Medum, Abb. 2, wie auch um ein Holzboot solche Taue herumgeschlungen werden. Oder sollte etwa der Maler hier einen Fehler gemacht haben? Die Enden der Boote werden zu Dolden ausgebreitet, die die Lotosblume, jenes uralte ägyptische Wahrzeichen, nachahmen. So sehen wir, daß schon zur Zeit der vierten Dynastie um 2600 v. Chr. beim Bau auch der einfachsten Boote das künstlerische Empfinden nicht unterdrückt wurde. Der Baumeister mußte schon damals mehr verstehen, als einen einfachen Einbaum roh auszubrennen oder mit dem Steinbeil auszuhöhlen. Jedenfalls

Digitized by Google

ist das Formempfinden, das aus diesen Papyrusbooten spricht, hochentwickelt. Nicht minder groß ist die Kunst, die uns auf Bildern vom Holzschiffbau entgegentritt. Auch hier sind die ältesten, die noch aus der Zeit des Chefren, des Erbauers der großen Pyramide, etwa 2550 v. Chr. stammen, von der gleichen Lebendigkeit und Feinheit, wie jenes andere Bild, das sich der Handelsherr Ab a in der Saitischen Zeit um 600 v. Chr. nach dem Vorbilde seines 2000 Jahre älteren Namensvetters in seiner Grabkammer in Medum anbringen ließ, Abb. 2. Es ist ungerecht, wenn man beim Beschauen dieser fast zwei Jahrtausende umfassenden Bilderreihe den Ägyptern Erstarrung ihrer Kunst vorwirft. Das, was sie uns zu zeigen hatten, ist eben schon im dritten Jahrtausend v. Chr. so wunderbar durchgearbeitet, daß eine Steigerung schlechthin nicht mehr denkbar war. Sehen wir uns nur einmal auf dem ältesten der Bilder die feinbewegten Figuren der Zimmerleute mit dem Dechsel an, oder das Bild aus dem

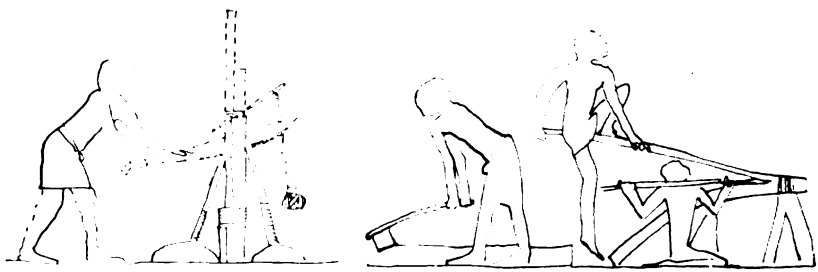


Abb. 3. Ägyptische Schiffbauer mit der Fuchsschwanzsäge, dem Breitbeil und beim Holzspalten, um 3500 v. Chr. Grab des Sheda bei Deshashe

Grabe von Medum; wie vorzüglich ist die Haltung des Mannes mit dem aus Bronze und Holz zusammengebundenen Dechsel und seines Gegenstückes mit Stemmeisen und Holzschlegel beobachtet! Zum Spalten der Bretter dient die Fuchsschwanzsäge, das Breitbeil und die Axt nehmen die Späne von der Seite weg, gewisse Holzelemente werden (in diesem Punkte sind wir heute wohl etwas fortgeschrittener) auch noch durch Spalten erzeugt, Abb. 3 u. 4. Mit Axt, Beil und Stemmeisen werden die Formen fein ausgearbeitet. Der Meister steht mit der Rolle unter dem Arm dabei und gibt die Anweisungen. Der Herr läßt sich in der Sänfte hinzutragen, um den Fortschritt des Baues festzustellen. Daß man zum Schiffbau nicht nur auf Zedernholz vom Libanon und aus Syrien angewiesen war, sondern auch das harte heimische Holz wohl verarbeiten konnte, sehen wir daran, daß neben der Baustelle Sykomoren und Palmen gefällt und beschlagen werden. Natürlich hat die andere Bauweise der Ägypter auch einige Werkzeuge nötig, die wir heute nicht mehr in dieser Art kennen.

Digitized by Google

Die Planken wurden nicht auf Spanten aufgelegt, sondern mit den Kanten aufeinander gesetzt, Krawel in der Seemannssprache, und durch Dübel miteinander befestigt. Diese wurden durch schwere Hämmer in die hierfür ausgestemmten Löcher eingetrieben.

Wo die Griechen den Schiffbau gelernt haben, wissen wir nicht. Bemalte Tonscherben, Wandbilder und andere Überreste künden von einer hohen Entwicklung des Schiffbaus auf Kreta, Cypern und dem griechischen Festlande lange vor den Phöniziern. Die griechische Sage erzählt, daß Danaus, der Enkel des Poseidon, als er Chemmes in Ägypten verlassen wollte, von Athene im Schiffbau unterwiesen wurde, und mit ihrer Hilfe den ersten 50-Ruderer gebaut habe. So sei er zuerst nach Rhodos und von dort nach Argos gekommen und habe den Griechen das Urbild ihrer

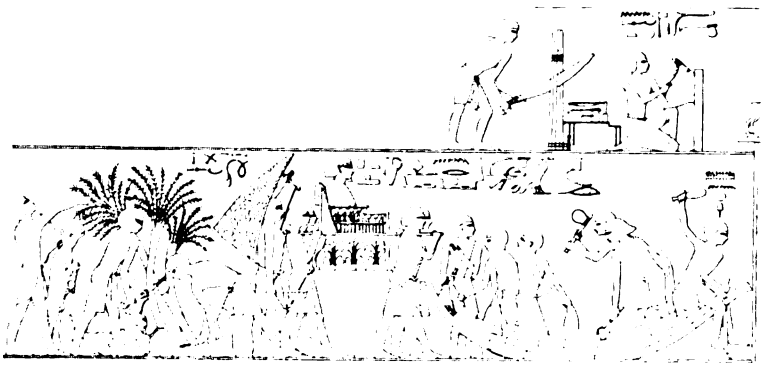


Abb. 4. Holzschiffbau in Ägypten um 1900 v. Chr. Grab bei Beni Hasan

Schiffe gebracht. Diese Sage ist häufig mit der der Argonauten verknüpft. Als Erbauer der Argo wird Argos, der Sohn des Danaos, genannt. Herakles gab dem Schiff dann seinen Namen nach dem Baumeister. Die Argo war ganz aus jonischem Holz gebaut, das im Wasser nicht fault. Die Göttin Athene gab ein Stück vom Holze der dodonischen Eiche dazu, welche sprechen und weissagen konnte. Zahllose Steinbilder zeigen den Heros, wie er mit einem kleinen Beil einen Steven bearbeitet. Als Rom die griechischen Traditionen übernahm, wurde die Geschichte auch ein beliebter Vorwurf der römischen Künstler. Terrakottareliefs, wie sie zum Schmuck der Häuser der Kaiserzeit üblich waren, zeigen den Helden, mit dem leichten Chiton bekleidet und dem Helm auf dem Kopfe über dem Steven eines Schiffes sitzend, Abb. 5. Mit Stemmeisen und Hammer bearbeitet er das Holz, im Hintergrunde sitzt die Göttin Athene, ebenfalls den Helm auf dem Kopfe, und gibt dem Gesellen, der anscheinend die Rahe des Segels in der Hand hält, eine Anweisung.

Digitized by Google

Doch hören wir erst einmal den Sänger Homer. Zwar ist es kein Schiff, dessen Bau er uns im fünften Gesange der Odyssee vorführt. Das letzte der Schiffe, mit dem der Dulder Odysseus von Troja abgefahren war, hatte ja der zürnende Poseidon zerschlagen. Als Flüchtling und Hilfesuchender lag er nun am fremden Strand, aber die Nymphe Kalypso stand ihm mit ihrem Rat und Schutz treu zur Seite. Sie „gab ihm die mächtige Axt, von gehärtetem Erze geschmiedet,

Unten und oben geschärft, und sicheren Schwunges und drinnen
War ein zierlicher Stiel von Olivenholze befestigt.
Gab ihm auch ein geschliffenes Beil und führet ihn jetzo

Abb. 5. Griechischer Schiffbau. Heros arbeitet an einem Holzschiff, daneben Athene*)

An der Insel Gestade, voll hoher schattender Bäume . . .
Und er fällte die Bäum' und vollendete hurtig die Arbeit.
Zwanzig stürzt' er in allem, umhaute mit eherner Axt sie,
Schlichtete sie mit dem Beil und nach dem Maße der Richtschnur.
Jetzo brachte sie Bohrer, die hehre Göttin Kalypso.
Und er bohrte die Balken und fügte sie wohl aneinander
Und verband nun den Floß mit ehernen Nägeln und Klammern.
Von der Größe, wie etwa ein kluger Meister im Schiffbau
Zimmern würde den Boden des breiten geräumigen Lastschiffs,
Baute den breiten Floß der erfindungsreiche Odysseus.
Nun umstellt' er ihn dicht mit Pfählen, heftete Bohlen

*) Die Abb. 5, 7, 11, 13, 17, 20 und 21 wurden aus dem Werk: „Brandt, Schaffende Arbeit und bildende Kunst", Leipzig 1927 entnommen. Die Genehmigung erteilte uns der Verlag Alfred Kröner.

Digitized by Google

Ringsherum und schloß das Verdeck mit langen Brettern.
Drinnen erhob er den Mast, von der Segelstange durchkreuzet,
Endlich zimmert' er sich ein Steuer, die Fahrt zu lenken.
Beide Seiten des Flosses beschirmt' er mit weidenen Flechten
Gegen die rollende Flut und füllte den Boden mit Ballast.
Jetzo brachte sie Tücher, die hehre Göttin Kalypso,
Segel davon zu schneiden; auch diese breitet' er künstlich,
Band die Taue des Mastes und segelwendende Seile,
Wälzte darauf mit Hebeln den Floß in die heilige Meerflut."

Abb. 6. Odysseus, das Floß zimmernd, 700 v. Chr.
Zeichnung des Verfassers nach der Scherbe des Homerischen Bechers

Auf einer Scherbe, Abb. 6, deren Inschrift uns ihr hohes Alter verrät, sehen wir den Helden an der spitzen Mütze kenntlich, emsig beim Werke[2]).

Schon um das Jahr 700 v. Chr. muß der Schiffbau einzelner griechischer Orte eine sehr beachtenswerte Höhe erreicht haben; denn Thukydides schreibt den Korinthern und Samiern sehr wichtige Erfindungen im Schiffbau zu. U. a. wurde der Schiffbaumeister Ameinokles aus Korinth nach Samos berufen. Sonst freilich hören wir niemals die Namen der Meister, die die berühmten Trieren, auf denen die Athener dem Darius und Xerxes entgegentraten, geschaffen haben. Nur die Ad-

[2]) Nach Robert, Archaeologische Hermeneutik.

Digitized by Google

miräle, Heerführer und Könige, die den Bau befahlen, werden uns genannt. Doch muß der Schiffbaumeister damaliger Zeit schon allerhand gekonnt haben. Die Dichter und Philosophen berichten gelegentlich über Dinge, die beim Bau gebraucht wurden. Hesiod, der Zeitgenosse Homers, weiß, daß die Güte des Schiffbauholzes sehr davon abhängt, in welcher Jahreszeit die Bäume geschlagen sind, und daß die Haltbarkeit des Steuerruders verbessert wird, wenn man es während des Winters in den Rauch des Herdes hängt. Theophrastus und Aristoteles kennen die besondere Eignung der verschiedenen Holzarten für die einzelnen Bauteile. In einem Vertrage zwischen der Stadt Olynth und Chalkidike wird ausbedungen „die Ausfuhr von Pech und Holz zum Bau von Schiffen mit Ausnahme des Fichtenholzes, soweit das Gemeinwesen dessen selbst bedarf".

Mehr aus dem Leben des Schiffbaumeisters erfahren wir jedoch erst wieder in römischer Zeit. Der Sage nach hatte König Numa die plebs in Rom nach Berufen eingeteilt. Unter diesen Kollegien, die fast den Zünften des Mittelalters entsprachen, nahmen die Zimmerleute, die fabri lignarii (griechisch tecton) den zweiten Platz ein. Im Heere hatten sie eine bevorzugte Stellung und auch bei der Flotte stellten sie Offiziere und Unteroffiziere. In der Flotte bei Misenum waren z. B. die meisten fabri duplicarii: Doppelsöldner. Von Ostia und Ravenna werden uns mehrfach fabri navales genannt. Ob die Schiffszimmerleute sich von den anderen Berufsgenossen auch wieder absonderten, ist allerdings nicht bekannt. Wie dem auch sei, das Collegium fabrorum hatte bis zum Zusammenbruch in den Stürmen der Völkerwanderung das höchste Ansehen. In Rom wurde von ihm seit alters der Tempel der Minerva auf dem Aventin unterhalten. Von den zahlreichen Grabsteinen sei der erwähnt, den der Marinebaumeister Longidienus sich und seiner Frau in seinem Standquartier Ravenna setzte. Wir glauben schon, daß der Meister sein Geschäft verstanden hat, und es bedarf nicht erst des unter seinem Kopf angebrachten Bildchens Abb. 7, wo er vor dem auf den Stapelklötzen stehenden Kriegsschiff steht und eine Planke mit dem Dechsel zurechtzimmert. Der Dechsel ist ja auch heute noch das geradezu kennzeichnende Werkzeug des Schiffszimmermanns. Ein richtiger erfahrener Schiffszimmermann vermißt sich mit dem Dechsel genauer zu arbeiten, als ein Tischler mit dem feinsten Hobel. Wenn wir in älteren Schriften daher vom Hobeln der Schiffsplanken lesen, so müssen wir auch hier immer zuerst an den Dechsel denken. Die römischen Werften müssen schon recht umfangreiche Betriebe gewesen sein. Als die Feldherren Duilius und Scipio gegen Carthago Krieg führten, da bauten sie ihre Flotten in 45 bis 60 Tagen vom Einschlag des Baumes bis zum segelfertigen Fahrzeug und Cäsar brauchte gar, wie er in seiner Geschichte des Bürgerkrieges rühmt, nur 30 Tage. Was alles beim Schiffbau aber zu beachten war, das schildert uns gegen Ende

Digitized by Google

der Kaiserzeit, etwa 350 n. Chr., Vegetius Renatus in seinen fünf Büchern über Kriegswissenschaft. Sogar die Farbe des Meeres mußte der Schiffbaumeister berücksichtigen und z. B. dem Teer zum Kalfatern der Kriegsschiffe blaue Farben zusetzen, damit die Schiffe dem Meere ähnlicher würden. Über die Kosten des Schiffbaues erfahren wir leider gar nichts, aber wir können uns vielleicht eine kleine Vorstellung machen, wenn

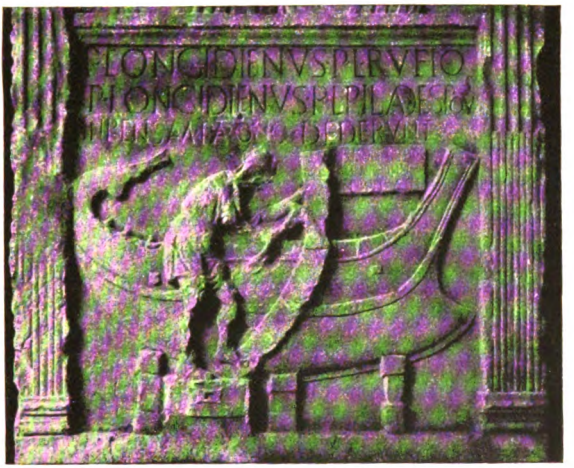


Abb. 7. Grabstein des Marinebaumeisters Longidienus zu Ravenna

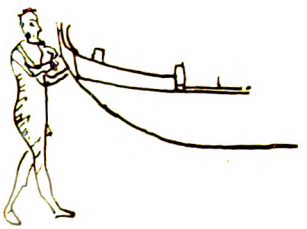


Abb. 8. Christlicher Schiffbauer
Nach dem Original im Kalkputz der Katakombe St. Callistus in Rom vom Verfasser nachgezeichnet

wir etwa hören, daß die Fracht für eine Ladung Holz, die der König Amyntas von Mazedonien bestellt hatte, 1750 Drachmen (1750 Mark) betrug, und daß die Jahreseinnahme aus dem Schiff „Isis" zur Kaiserzeit auf etwa 12 Talente (56 000 Mark) geschätzt wurde.

Unter den Christen in Rom müssen sich schon frühzeitig Seeleute und Schiffbauer gefunden haben. In einem der ältesten Teile der Katakombe St. Callistus in Rom aus der Mitte des 2. Jahrhunderts ist in den Kalkputz der Wand ein Schiffbauer eingekratzt, wie er mit dem Dechsel am Steven arbeitet, Abb. 8. In den Sammlungen des Vatican

Digitized by Google

zu Rom wird ein herrlicher Glasteller aufbewahrt, der ebenfalls in den Katakomben gefunden wurde und vielleicht um 300 n. Chr. angefertigt wurde. Die in einem merkwürdigen Gemisch von Latein und Griechisch in ziemlich schlechter Orthographie abgefaßte Inschrift lautet: „Dedali ispestua pie zeses", Dädalus lebe in deiner frommen Hoffnung". Der Teller, Abb. 9, ist wohl von Freunden des verstorbenen Meisters angefertigt worden. Da steht er selbst in der Mitte, die Zeichenrolle in der Hand, mit dem Spazierstock des vornehmen Bürgers und

Abb. 9. Glasteller aus den Katakomben Roms aus der Zeit um 300 n. Chr. (Museum des Vatican)

rings herum sehen wir ihn mit seinen Gesellen bei der Arbeit. Wir dürfen uns nicht daran stoßen, daß ihm, dem Christen, die Göttin Athene Unterricht im Schiffbau gibt. Zu seiner Zeit war sie schon vollständig zum Symbol der Handfertigkeit geworden. Weiter sehen wir den Meister hobeln, bohren, mit der Säge und dem Dechsel arbeiten. Im großen Ganzen sind es dieselben Werkzeuge, wie sie der Schiffzimmermann auch heute noch benutzt.

Damit schließt die alte Zeit. Mehr als ein halbes Jahrtausend vergeht, bis wir wieder etwas hören. König Olaf hatte einen Drachen

Digitized by Google

erobert, so genannt nach den Drachen- oder Tierköpfen auf den Steven des Schiffes, aber er erstrebte etwas Besseres und Schöneres. So gab er Befehl, ein Schiff zu bauen, wie es noch keiner im Lande besessen habe.

Wie der lange Wurm erbaut ward.

Aus den altisländischen Königssagen der Heimskringla.

Wohl ist der Drache schön und stolz,
den ich gewann in Helgoland,
mit hohem Bord und goldnem Haupt,
mit auserlesenem Volk bemannt!

Doch für Norwegens Allwalt ist
als Königsschiff er viel zu klein;
in allem noch einmal so groß
laßt meinen neuen Drachen sein!

Laut klang da Hobel, Hammer, Axt,
bei fleiß'ger Arbeit Tag für Tag,
und rüstig trieb die Stevenschmiede
beim Werk an Thorberg Hobelschlag.

Schnell war der Eichenkiel gestreckt
am Strande drauß' bei Nidaroß,
und auf den Stapelklötzen stieg
der Rumpf des Drachen, breit und groß.

König Olaf kehrt heim von kurzer Fahrt,
sein erster Gang, sein Schiff zu sehn:
verwundert schaut er müßig rings
der Schmiede Schar den Bau umstehn.

„Was ist? Soll so mein Werk gedeihn?"
„Herr! Als zur Nacht wir alle fort,
ein Neidling ging von vorn nach hint
und schartete den ganzen Bord!"

„So will ich's reichlich lohnen dem,
der mir den Übeltäter nennt!"
Und Thorberg blickt den König an:
„Ich glaube, Herr, daß ich es könnt!"

„Von keinem hofft ich's mehr als dir,
daß er ihn nennen könnte, sprich!"
Drauf ruhig Thorberg Hobelschlag:
„Nun, König, der das tat, war ich!"

„Und besserst du's nicht wie zuvor,
so merk: dein Leben hängt daran!"

Digitized by Google

Ein Hobel Thorberg nimmt zur Hand
und tritt damit zum Bord heran.

Er hobelte den Bord entlang:
da hört man nur ein einzig Wort:
Viel schöner als der andre sei,
den Thorberg erst zerschnitt, der Bord!

Und König Olaf trat hinzu,
Daß selber er die Arbeit schau;
Da wurde Thorberg Hobelschlag
des Königs Oberster beim Bau.

O. Moll.

Aus dieser Geschichte, die in der Heimskringla, dem großen nordischen Heldenbuch, überliefert ist, spricht der ganze Stolz des germanischen Schiffbaumeisters, der nun für lange Zeit die Führung in der Welt übernimmt. Mit den Goten zieht er nach der Krim, nach Griechenland, mit den Rugiern und Vandalen nach Italien und Afrika, mit den Westgoten nach Spanien, und noch einmal, Jahrhunderte später nach jenen ersten Heerzügen vom Gestade der Ostsee, dringen von den Küsten des Nordmeeres andere Scharen, die Wikinger und Normannen, über die Küste Spaniens, umgekehrt wie die Phönizier durch die Säulen des Herkules nach dem Mittelmeer, bis nach Miklagard, d. i. Konstantinopel, gründen Reiche in Sizilien und Unteritalien und führen dort die Kunst des Schiffbaus zu neuer Blüte. Die ersten Zeugen des neuen Lebens haben viele Ähnlichkeiten miteinander. Man vergleiche etwa die Handschrift des Gregor von Nasianz aus Griechenland, Abb. 10, mit der englischen Handschrift aus Oxford, Abb. 11, und dem bekannten Wandteppich des Klosters Bajeux in der Normandie, Abb. 12, dem angeblichen Weihgeschenk der Tochter Wilhelms des Eroberers. Der griechische Miniator fußt zwar in der Form des Schiffskörpers und in den Figuren der Menschen noch auf klassischen Überlieferungen. Die Blocksäge, noch in unserer Zeit im Gebirgswald nicht ausgestorben, ist aber schon etwas anderes als die kleine von Hand bediente Bügelsäge des Dädalus. Sie bleibt bis in die Neuzeit überall dort, wo das Wasser nicht den Antrieb eines Gatters ermöglicht, das erste Werkzeug des Zimmermanns zur Herstellung von Bohlen, und begegnet uns daher von nun an ständig auf den Bildern vom Schiffbau. Hammer und Dechsel der griechischen Handschrift und des Wandteppichs haben fast die gleiche Form. In der Handschrift von Oxford erscheint endlich das zierlich geformte Breitbeil, gleich brauchbar als Werkzeug wie als Waffe. Wir wissen, daß die Wikinger und besonders die berühmte Waräger Leibwache der Griechenkaiser es im Kampfe wohl zu führen wußten.

Die fast ausschließlich auf religiösen Motiven aufgebaute Kunst des frühen Mittelalters schiebt ein Schiffbaumotiv, den Bau der Arche

Digitized by Google

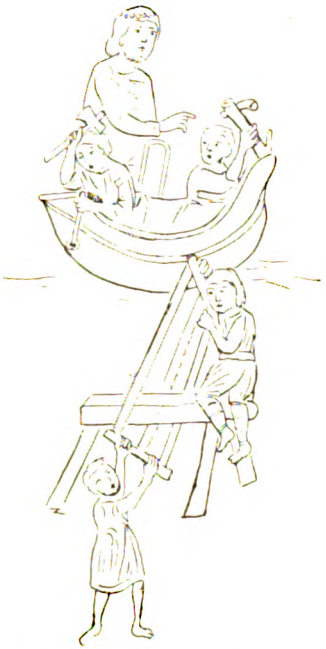


Abb. 10. Schiffbauer in der griechischen Handschrift des Gregor von Nasianz, 900 n. Chr.

Abb. 11. Darstellung des Schiffbaus in der englischen Handschrift Caedmons aus Oxford um 1000 n. Chr.

Abb. 12. Wandteppich aus dem Kloster Bajeux in der Normandie, um 1070

Digitized by Google

Noah, in den Vordergrund. Die Jahre von 1100 bis 1250 bringen uns eine reiche Fülle verschiedener Darstellungen dieser Geschichte. Gerade hier können wir den germanischen Einfluß aufs deutlichste beobachten, wie er nach und nach auf das alte wohl byzantinische Vorbild immer mehr Einfluß gewinnt. Wohl hält man sich an den biblischen Bericht und gibt der Arche drei Stockwerke, vergißt auch nicht den breiten Umgang und die Türe und hält jederzeit die 8-Zahl der Personen, die die fertig gebaute Arche bewohnen, genau ein. Mitunter schließt man mit der kirchlichen Tradition die sonderbarsten Kompromisse, so auf dem einzig erhaltenen Blatt einer Bibelhandschrift der Bibliothek zu Dresden, Abb. 13. Dieses Bild ist zunächst vollständig unerklärlich. Brandt hat

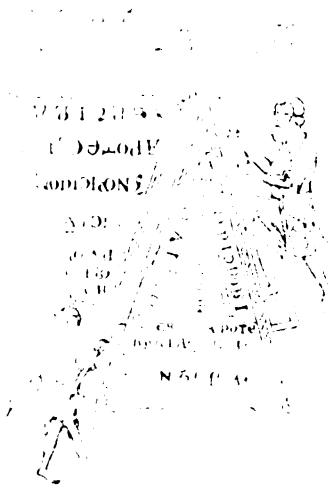


Abb. 13. Innere Einteilung der Arche Noah

Nach einem Pergamentblatt einer Bibelhandschrift in Dresden

es uns in seinem schönen Werke „Schaffende Arbeit und bildende Kunst" wie folgt erklärt: Wir sehen Noah und einen seiner Söhne mit Axt und Schlichtbeil symbolisch an einem spitzen und gleichschenkligen Dreieck tätig, das die innere Einteilung der Arche wiederzugeben scheint, links daneben, auf den Kopf gestellt, eine abgestumpfte Pyramide mit andersartiger Einteilung. Man könnte zunächst vermuten, man müsse die beiden Dreiecke mit ihrer Basis zu einem am Bug spitzen, am Heck abgestumpften, von oben gesehenen Schiff zusammensetzen. Es handelt sich aber um zwei verschiedene Querschnitte der Arche! Ich verdanke Hans Oppermann den wichtigen, dies bestätigenden literarischen Nachweis, es ist eine Stelle aus der Historia Scholastica des Petrus Comestor, der im Jahre 1179 als Abt von St. Victor in Paris gestorben ist (abgedruckt bei Migne, Patrologia latina Bd. 198 S. 1082), wo er den Bau und die

Digitized by Google

innere Einteilung der Arche nach den voneinander abweichenden Meinungen der Kirchenväter ausführlich erörtert. Danach entspricht der Ansicht der einen das abgestumpfte Dreieck mit der einfacheren Scheidung von unten auf: SENTINA, der unterste Schiffsraum, wo sich das Kielwasser, die Schiffsjauche sammelt, APOTECA, der Vorratsraum, (habitatio), INMICIUM (animalium) die Wohnung der wilden, MICIUM, der zahmen Tiere, endlich HOMINUM, der Menschen, die verwickeltere dagegen, welche das Stockwerk über der sentina zwiefach in STERCORARIA (Dungablage) und APOTECA, dasjenige darüber sogar dreifach teilt, in die Wohnungen aller drei Arten von Lebewesen, offenbar um den drei Stockwerken der Bibel gerecht zu werden, der des hl. Augustinus. Insbesondere stimmt unsere Zeichnung auch darin mit Comestor überein, daß die Türöffnung, die herausgeklappt erscheint, so daß Noah naiverweise dort für seinen Fuß einen Halt sucht, sich im Zusammenstoß des zwei- und des dreigeteilten Stockwerkes befindet. Das Pergamentblatt ist also eine Illustration des im Mittelalter vielgelesenen Werkes des Pariser Theologen." Aber die seebefahrenen Nordmänner gaben sich doch so leicht nicht zufrieden und fanden schließlich eine Lösung, die auch ihrem seemännischen Gewissen entgegenkam. Wenn die Arche auf dem Wasser schwimmen sollte, so mußte sie ja auch in zünftiger Weise wenigstens im Unterteil gebaut sein. So nimmt der Unterbau dann die Form des Wikingerschiffes an, das, wie es sich gehört, auf Stapeln aufgeklotzt und richtig auf Kiel und Spanten gebaut wird. Das zeigt uns zum ersten Male die Bibelhandschrift von Oxford, vgl. a. Abb. 11. Gott erscheint in der Regel als eine sich aus einer Wolke dem Noah entgegenstreckende Hand, oft aber steht Gott auch als kräftiger Mann auf der Baustelle, die Rolle mit dem Entwurf in der Hand, und das Spruchband verkündet seinen Befehl „Fac tibi archam de lignis", (Baue dir eine Arche aus Holz), Abb. 14 und 15. Noah selbst, ein würdiger Meister in Ärmeltoga, gibt den göttlichen Befehl an seine Söhne weiter. Neben der Blocksäge, die von zwei Mann in anstrengender Arbeit gehandhabt wird, sehen wir auch die andern Werkzeuge. Aber die Arbeit des Schiffbauers steht doch im Vordergrund. Fast stets ist der Unterkörper der Arche nach dem Vorbilde des Drachen oder der Kogge gebildet, Abb. 16.

Das Handwerkszeug ist reichhaltiger geworden. Zu Dechsel und Hammer und dem stets zierlich geformten Breitbeil, s. a. Abb. 13 und 14, tritt noch der Ziechling (die Ziehklinge) zum Glätten der Außenwände, das kleine Handbeil, der Maßstab, das Dichteisen, der Teertopf, der zierliche Schwanzhammer, der Hobel für die Bretter und der Brustbohrer. Neben dem Bau werden die Balken gesägt und beschlagen. Über manche Ungereimtheiten müssen wir natürlich hinwegsehen, so, daß der Maler, um den Arbeitseifer besonders zu betonen, den Handwerksleuten gleich in jede Hand einen Hammer gibt, s. a. Abb. 15.

Digitized by Google

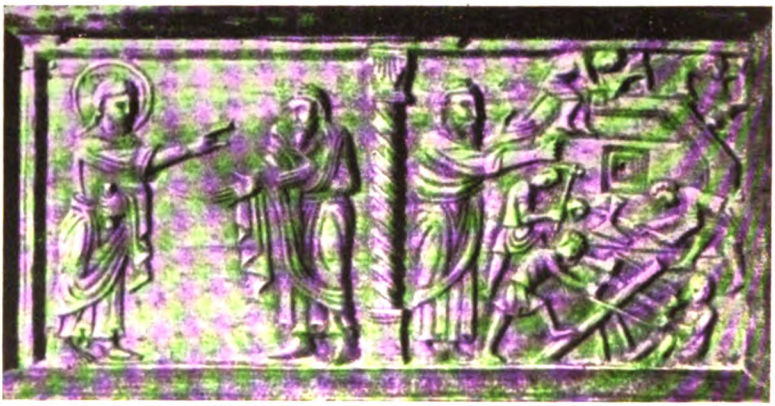


Abb. 14. Noah und seine Söhne beim Bau der Arche
Elfenbeinaufsatz auf dem Altar im Dom in Salerno, um 1100

Abb. 15. Noah erhält von Gott den Auftrag zum Bau der Arche
Aus einem englischen Psalter des 13. Jahrhunderts

Ein ganz ungewöhnliches Bild ist das des Dichters der Marienlieder, die in der Staatsbibliothek zu Berlin aufbewahrt sind. Degering gibt den Text in hochdeutsch so wieder:

Digitized by Google

„Capharnaum heißt eine Stadt an See Genezareths Gestad
Dorthin war Joseph nun gebeten, von zweien der reichsten Fürstensprossen.
Sie hatten beide sich entschlossen, durch Boten ihn zu sich zu bitten.
Leck lagen ihre Schiff am Strand, doch Joseph's Wissen war bekannt,
Wie da zu helfen nötig wär!"

Abb. 16. Kogge als Vorbild für den Bau der Arche
Aus: „Des Priesters Wernherr Drei Lieder von der Magde", um 1172 (Preuß. Staatsbibliothek

Joseph fährt nun hin und verlebt ein halbes Jahr dort: der Tecton Joseph als Professor der Schiffbaukunde an der Schiffbauschule zu Capernaum!

Der Dichter läßt sich nun weiter vernehmen:

Nun denket dran, ihr lieben Leut'
Die ihr Mariens Diener seid,
Wie ich habe gesagt, daß damals ward die ewige Magd
Joseph, dem Alten angetraut, und sie ihm folgen mußt als Braut,
Und wie im Haus er's mit ihr hielt, bis zu Capharnaums Gefild
Am See gelegen, er mußt reisen, wo er im Schiffbau unterweisen

Digitized by Google

Und lehren mußte die Gesellen, wie sie auf Holme müßten stellen
Die festgefügten starken Kiele, daß ihr Gefüge nicht zerfiele,
Vom Anprall hochgepeitschter Wogen, sobald ein Sturmwind kam gezogen.
Der alte bräutlich-reine Degen war nun gewesen unterwegen
Drei Monde und ein halbes Jahr, bis daß ihm vollendet war das Werk
Darum die Herrn ihn baten, die ihn zu sich berufen hatten.

Das Spruchband in Abb. 16 lautet:

„Ich muß heim, des ist Zeit,
Gott ihr immer bevohlen seid".

Selbst die Symbole der Schiffbaukunst im Arme der Jünglinge fehlen nicht. Nur sind es nicht, wie etwa bei unseren heute Schiffbau Studierenden, Panzerbolzen und Straklatte, sondern die kräftigen Schlegel, die wohl dazu dienten, die Planken aufeinander zu treiben.

Immer noch steht beim Schiffbauer die Kenntnis der Eigenschaften des Holzes im Vordergrund. König Alfons der Weise von Spanien (1251) läßt sich in seinem Gesetzbuch so vernehmen: „Das Erste, was ich zu tun heiße, ist das Holz zu rechter Jahreszeit zu schlagen und in guter Beschaffenheit zu gewinnen." Im Staatsarchiv zu Neapel liegt ein Aktenstück aus dem Jahre 1268 über den Bau einer Tarida. Der Kiel und die Spanten sollen aus Eiche sein, ebenso die Luken, durch welche das Vieh eingetrieben wird, das Deck aus Tanne usw. Über die Kosten einzelner Teile erfahren wir manches aus englischen Archiven. So sollen 1225 die Bailiffs von Southampton durch Kapitän Stephen Crabbe Tauwerk für das Königsschiff kaufen lassen. Ein Beiboot und eine Kette, welche die Stadt York im Jahre 1242 beschafft, kosten 8 shilling, 7 pence. Im gleichen Jahre erhält Bertram de Crivel 100 Mark für vier leichte Boote zu des Königs Dienst. Zu den Winterarbeiten des Schiffbauers gehören vor allem die Ausbesserungen. Um diese gut vornehmen zu können, wird im Jahre 1219 eines der Hafenbecken von Southampton durch Schütten eines festen Dammes an seinem Eingange zu einer Exclusa, einem Dock, umgewandelt. Im Jahre 1242 sind Docks schon eine ständige Einrichtung, u. a. in Rye, Shoreham und Winchelsea.

Die Bilder vom Leben und Treiben auf der Schiffswerft sind im allgemeinen nur Einzelausschnitte. Noch für zwei Jahrhunderte bis etwa 1150 wird der Schiffbau nur durch die Arche Noah vertreten. Zusammenhanglos steht das Bild in seinem Rahmen, und nur die traditionellen Personen werden bei ihm gezeigt. Der Erzvater überwacht bald als Patriarch mit langem Bart die Arbeit, bald greift er selbst als kräftiger Mann im reifsten Alter mit der Axt oder dem Bohrer das Werk an. Solche Typen können wir auf den kleinen Holzschiffwerften an der Spree, Havel und

Digitized by Google

Notte auch heute noch finden. Meist sind die Bilder etwas steif, doch kündet sich die bewegte Linie der Renaissance schon an, sei es auch nur durch den geschwungenen Stiel der Axt, und den zierlichen Umriß des Blattes der Axt. Das Schiff hat die verschiedensten Formen, es ist bald als Drache (Kriegsschiff der Wikingzeit), als Nef (Kriegsschiff des 12. bis 14. Jahrhunderts), bald auch als Kogge (breites Handels- und Kriegsschiff) dargestellt.

Abb. 17. Noah beim Bau der Arche
Nach einer Miniatur aus dem Psalter in Cambridge

Ein kleines Juwel ist die Miniatur des Psalters von Cambridge, Abb. 17, ein Arbeitsakt von unerreichter Ausdruckskraft. Mit aller Macht lehnt sich Meister Noah über den großen Brustbohrer. Wir übersehen gerne, daß er, wenn er die Dübellöcher in die Planken bohren will, doch so niemals sein Ziel erreicht, daß auch der Arm des Bohrers etwas reichlich lang geraten ist usw. Wir freuen uns, daß der Maler uns sogar die Form des Bohrers wiedergibt.

In Queen Mary's Psalter wird uns eine eigenartige Geschichte vom Bau der Arche erzählt. Noah hat grade den Auftrag zum Bau bekommen und

Digitized by Google

das Fahrzeug, dessen Umrisse wir zahlreich auf Siegeln und Münzen jener Zeit wiederfinden, steht auf hohen Stapelklötzen vor uns. Die Stapel sind sogar kunstvoll durch Querriegel mit Splinten zusammengebaut. Während Noah entsprechend dem Befehl des Engels über sein Vorhaben gegen jedermann völliges Stillschweigen zu bewahren, emsig bei der Arbeit ist, macht sich der Teufel an das Weib Noahs heran, um sie auszuhorchen. Aber Gott will seinen Freund nicht umkommen lassen und schickt ihm abermals den Engel, der ihn wegen der Schwatzhaftigkeit vermahnen muß und gleichzeitig weitere Ratschläge für den Bau gibt. Auf die Bordwand soll ein Rutengeflecht aufgesetzt werden, um sie zu erhöhen und gegen den Andrang der Wogen zu sichern.

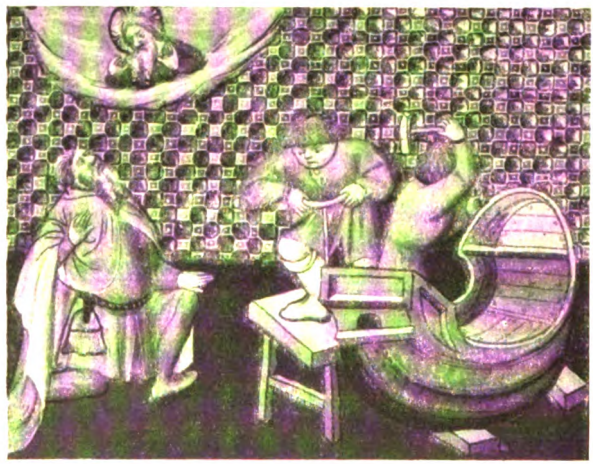


Abb. 18. Schiffbauer aus der Bibel aus Burgund, Brüssel, 15. Jahrhundert

Nach und nach verliert das Bild den großen Zug und sinkt in die Ebene der gemütlichen Handwerkstubenbilder. Zwar ist der Arbeitsakt in der Bibelhandschrift von Maihingen und besonders der von Brüssel, Abb. 18, ganz gut beobachtet. Aber das Ziel ist eigentlich ganz überflüssig dabei. Auch die deutsche Bibel von Gotha bringt flott gezeichnete Einzelgestalten, Abb. 19. Die Kalfaterung und die Anordnung der Spanten, das Einschlagen der Dübel, das Auflehnen auf den Brustbohrer sind von beiden Künstlern gut beobachtet. Die Axt und das Zimmermannsbeil nehmen Formen an, die auch heute noch gut bekannt sind, wie etwa das Schwarzwälder Breitbeil, aber selten hebt sich das Bild des Schiffbauers zu wirklicher Höhe, wie etwa in dem herrlichen Sintflutgemälde Raffaels in den Loggien des Vatikan, Abb. 20.

Digitized by Google

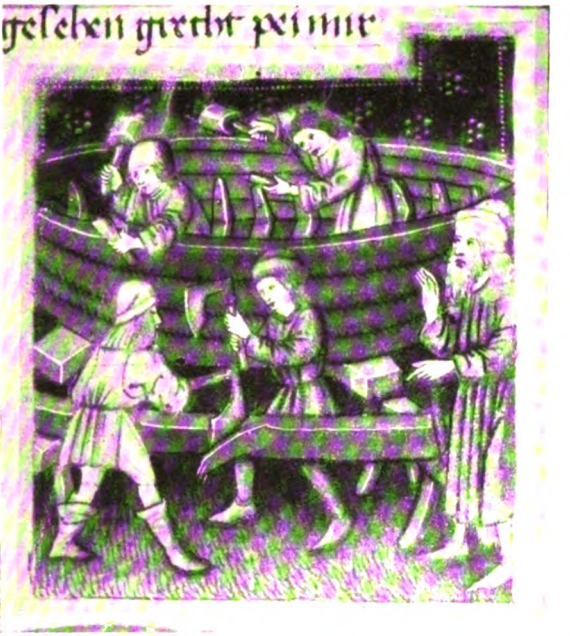


Abb. 19. Schiffbauer aus der Deutschen Bibel, Gotha um 1460

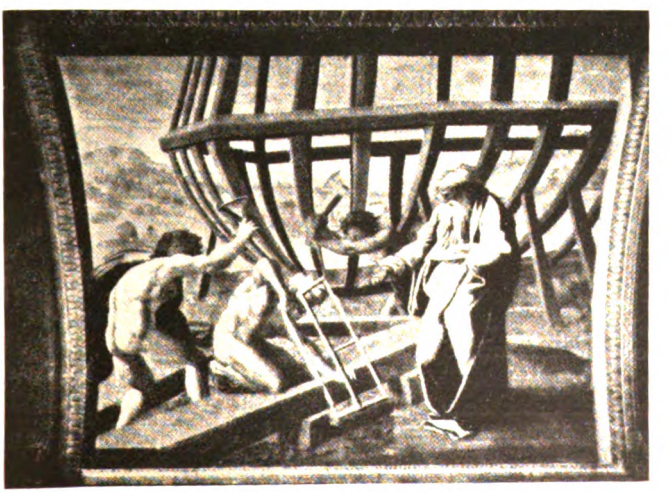


Abb. 20. Sintflutgemälde von Raffael in den Loggien des Vatican

Digitized by Google

Wir werden vielleicht beim kritischen Studium feststellen, daß die Spanten und andere Bauteile eigentlich nicht so hätten stehen können, oder daß man mit der Bügelsäge unmöglich die dicken Balken schneiden kann, sondern daß . . . . . u. dgl., wie es so gern der fachmännische Kritiker mangels eigener Erfahrung im Schiffbau feststellt. Sehen wir aber ruhig von fachtechnischen Unzulänglichkeiten ab und freuen uns des herrlichen Arbeitsbildes, das der Meister geschaffen hat.

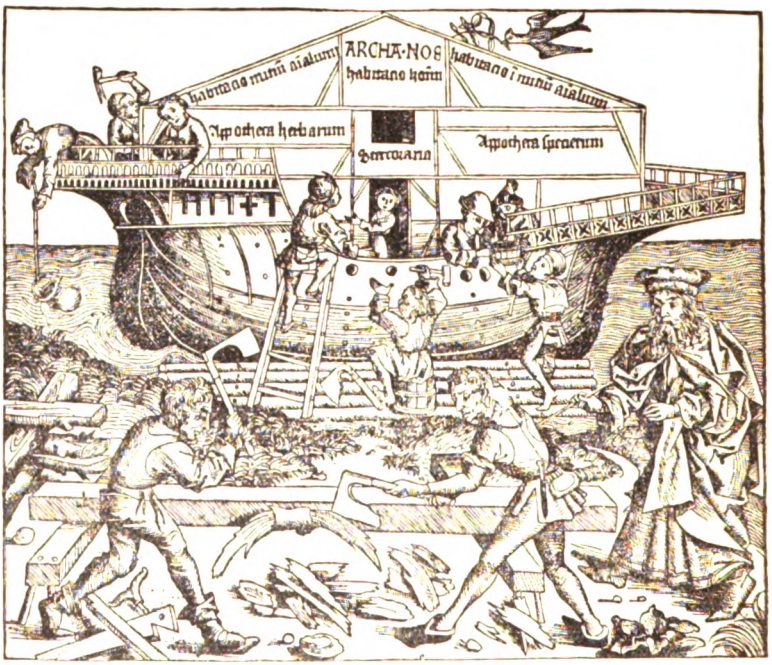


Abb. 21. Schiffswerft um 1493
Holzschnitt von Wohlgemut in Schedels Weltchronik

Fast photographisch getreue Wiedergaben des Schaffens und Treibens auf den Schiffswerften des 15. bis 17. Jahrhunderts gibt uns das Bild der berühmten Weltchronik Schedels, angeblich von der Hand Meister Wohlgemuts, Abb. 21. Jede Einzelheit wird gegeben, wie die Späne sich allmählich unter dem Beil lösen, wie die Spanten seitlich aufgesetzt werden, und wie der Teer gekocht und die Nähte kalfatert werden. Aber es sind eben Photographien des täglichen Lebens, höchst interessant als Dokumente der Arbeitsweise vergangener Zeiten. Die große Kunst lebt nicht mehr in ihnen. Doch sollen wir die Meister nicht darum schelten,

Digitized by Google

weil Maler und Bildhauer ihre Arbeit nicht mehr in die verklärenden Regionen des Ideals zu heben verstanden. Es war ja die große Zeit der Innungen. Das Handwerk blühte, und Nüchternheit und Ordnung herrschten überall. So ist die Arbeit, die die Meister taten, sicher auch gut gewesen. Die Innungen hielten nicht nur in der Stadt Hans Sachsens, sondern auch an den fernen Küsten strenge Aufsicht. So lesen wir in der Danziger Willkür vom Jahre 1455: „Alle diejenigen, die hier auf der Lastadie Schiffe bauen lassen, die sollen sie bauen lassen von gutem gewraktem Holtcze." In der Gewerbeordnung Danzigs, welche am 4. Dezember 1446 auf der Tagfahrt zu Marienburg genehmigt wurde, wird angegeben, daß der Schiffsschmied als Prüfungsstücke „eyn Schute Rudil smeyde und eyn bofhoken und eyn syntil", er soll also ein Schutenruder schmieden, einen Bootshaken und ein Lot (?). Die Stadt hält sehr auf Ordnung. So führte im Jahre 1430 ein Schiffer Klage gegen einen Schiffbauer, weil dieser ihm ein schlechtes Schiff verkauft hätte. Das Schiff habe noch vor Antritt seiner ersten Reise einen Riß bekommen. Der Schiffbauer berief sich umsonst darauf, daß er das Schiff habe durch einen befreundeten Baumeister bauen lassen, er habe nur das Material dazu geliefert, das sei aber ohne Tadel gewesen. Der Rat fällte das sehr richtige Urteil, daß die beiden Schiffbauer gemeinsam zu haften hätten. Die Lohnforderungen wurden durch die Willküren genau geregelt, zum letzten Male im Jahre 1597. Aus England kennen wir eine ähnliche Lohnvorschrift schon aus dem Jahre 1336. Beim Bau des Schiffes „La Phelipe" in Lynn (1336) erhielt der Meister für den Tag 6 Groschen (pence), andere Zimmerleute 5 d, die Clinkerer, die die Bolzen und Nägel eintreiben, 4 c, die Holderer, die im hold, im Schiffsraum, arbeiten, 3 d und die ungelernten Arbeiter $2^1/_2$ d. Im Jahre 1495 wird unter König Heinrich VII. der Lohn wie folgt festgesetzt: der Schiffbaumeister 4 d, der gelernte Clinkerer 2 d und Essen und Trinken, oder sonst 2 d mehr. Später traten dazu noch gewöhnliche Zimmerleute (hewer) und Kalfatermeister (Master Calker). Einer rühmte sich vor dem anderen. So schreibt der berühmte Seefahrer Walter Raleigh in einem Briefe von 1580:

„To say the truth, a miserable shame and dishonour it were for our ship wrights if they did not exceed all others."

„Es wäre eine elende Schande und Unehre für unsere Schiffbauer, wenn sie nicht alle anderen übertreffen würden."

Allerdings zu dieser Zeit hatte der Verfall schon begonnen, der nun fast ein Jahrhundert bis lange nach dem Dreißigjährigen Krieg dauern sollte. Zwar hatten die Venezianer und ihnen folgend auch die Könige von Schweden und Dänemark staatliche Werften errichtet. Auch war im Jahre 1605 zur Zeit der Königin Elisabeth die Shipwrights Company, die erste schiffbautechnische Gesellschaft, gegründet worden. Aber nur wenige Jahre später, 1618, mußte Captain George Waymouth,

Digitized by Google

ein sehr erfahrener Seemann und Schiffbauer, bewegliche Klagen darüber führen, „daß er nie zwei Schiffe gleichgebaut bekommen könne, selbst nicht durch die besten geschicktesten Schiffbaumeister, obgleich sie es oft versucht hätten, denn sie trauten mehr ihrem Gefühl als ihrer Erfahrung und mehr dem Auge als dem Zollstock." Die Berechnung lag ganz im Argen. So betrug der Voranschlag für den „Royal Prince" im Jahre 1610 775 Last Holz, während nach Fertigstellung ein Verbrauch von 1627 Last Holz festgestellt wurde, der 5900 £ Mehrkosten verursacht hatte.

Abb. 22. Der Schiffbaumeister und seine Frau
Gemälde von Rembrandt im Buckingham-Palast in London

Nach den furchtbaren Verheerungen des Dreißigjährigen Krieges bedurfte es der ganzen Lebensarbeit großer Meister, um wieder eine neue Generation von Schiffbaumeistern zu erziehen. In Holland zeigen die herrlichen Dreidecker, mit denen Tromp und Ruyther die großen Seeschlachten gegen die Engländer ausfochten, und die uns in den prächtigen Gemälden von Willem van de Velde und Ruisdael verewigt sind, sowie die großen Ostindienfahrer, den Erfolg ihrer Bemühungen. In England treten besonders hervor Antonio Deane, Phineas Pet und der Admiralitätssekretär Samuel Pepys. Die bildende Kunst erinnert sich jedoch an-

Digitized by Google

scheinend der Meister, welche die schwimmenden Kunstwerke schufen, nur ungern. Doch halt! . . .

Einer der größten Maler aller Zeiten, Rembrandt, hat das in einer Weise nachgeholt, die diesen Mangel völlig ausgleicht. Wen der Weg nach London führt, der versäume nicht, sich das kleine Juwel im Buckingham-Palast von Rembrandts Hand, „Der Schiffbaumeister und seine Frau", Abb. 22, anzusehen. Nicht durch aufgestellte Modelle oder andere Staffagen ohne innere Verbindung werden wir plump auf den Beruf des Meisters gedrängt, ganz fein nur deutet Rembrandt an, aber mit völliger Meisterschaft. Der Meister mit dem scharfen Auge und der von ernster Arbeit durchfurchten Stirn ist gerade dabei, mit Zirkel und Kurvenlineal auf Grund der vor ihm liegenden Rechnungen den genauen Riß eines Neuentwurfes auszuarbeiten, nehmen wir an für einen Ostindienfahrer. Seine Frau reicht ihm einen Brief. Er muß wohl sehr wichtig sein, denn sie fürchtet sich fast, ihn in seiner schweren Arbeit zu stören und hält die Türe noch in der Hand, um gleich wieder hinauszuhuschen. Heute ist zwar auch diese Arbeit aus dem Arbeitsgemach des Meisters in die Konstruktionssäle und Büros der Industrie abgewandert, aber es weilen noch manche der alten Meister unter uns, die die stattlichen Vollschiffe und Schuner der hanseatischen Handelsflotten gebaut haben. Wen der Weg einmal nach Wewelsfleet an der unteren Elbe führt, der werfe einmal einen Blick in das Häuschen von Schiffbaumeister Gustav Junge, und er wird dann verstehen, daß trotz aller „Industrialisierung" Spitzenleistungen, wie sie der Ruhm unserer Schiffbautechnik gewesen sind, und auch weiter bleiben werden, nur dort möglich sind, wo Handwerk und Kunst untrennbar zueinander gehören.

Digitized by Google

Die Fachsitzung „Geschichte der Technik" und die Ausstellung „Österreichs Technik in Dokumenten der Zeit" gelegentlich der 69. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure am 19. September 1930 in Wien

Im Rahmen der Hauptversammlung des VDI in Wien fand zum ersten Male eine Fachsitzung „Geschichte der Technik" statt. Für den erkrankten Präsidenten Dr. h. c. Wilhelm Exner übernahm Hofrat Prof. Dr. Karl Holey den Vorsitz. In seiner Begrüßungsansprache wies er darauf hin, daß der VDI von seiner Gründung an sich die Pflege der Geschichte der Technik zur Aufgabe gemacht habe. Seit Errichtung des Deutschen Museums in München und des Technischen Museums in Wien seien die technisch-geschichtlichen Arbeiten in regem Zusammenwirken deutscher und österreichischer Ingenieure wesentlich gefördert worden.

Über die weiteren Absichten des VDI auf diesem Gebiet berichtete Prof. Dr.-Ing. E. h. Conrad Matschoß. Er hob in seinen Ausführungen die kulturelle Bedeutung der Geschichte der Technik hervor und erbat für die vom Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure beschlossene Gründung einer besonderen „Fachgruppe für die Geschichte der Technik" allseitige Mitarbeit.

Nun verlas Unterstaatssekretär a. D. Sektionschef Ing. Bruno Enderes, Wien, den von Exzellenz Exner vorbereiteten Bericht über die Vorarbeiten zur Gründung eines Instituts für die Geschichte der Technik in Wien. Man hat sich entschlossen, nicht einen Lehrstuhl, sondern ein Institut für Geschichte der Technik zu schaffen und dieses dem Technischen Museum als selbständige Anstalt anzugliedern. Nach Vorschlägen von Hofrat Erhard ist es aus privaten Mitteln eingerichtet worden; für seine Erhaltung hat die Österreichische Bundesregierung einen jährlichen Zuschuß zugesagt. Sodann berichtete Hofrat Holey in seiner Eigenschaft als Generalkonservator des österreichischen Bundesdenkmalamtes über die Erhaltung technischer Kulturdenkmale in Österreich. Er zeigte verschiedene Möglichkeiten, die hier zum Ziele führen und wies darauf hin, daß im Gegensatz zu Deutschland in Österreich bereits eine staatliche Regelung bestehe.

Anschließend sprach Hofrat Erhard, der frühere Direktor des Technischen Museums in Wien, über die in den Schauräumen der graphischen Sammlung „Albertina" aufgebaute Ausstellung „Österreichs Technik in Dokumenten der Zeit". Nach Erläuterung der wechselnden Betrachtungs-

Digitized by Google

weisen zur Erklärung der technischen Entwicklung ging er auf die gegenwärtige Auffassung näher ein, daß es der Weg des Geistes in der Technik[1]) sei, der zum heutigen Stand der Ingenieurkunst geführt habe.

Der österreichische Bundesminister für Unterricht, Prof. Dr. Heinrich Srbik gab seiner Freude darüber Ausdruck, daß nun fachliche Geschichtsforschung und Technik sich ihrer gemeinsamen geistigen Grundlagen bewußt würden. Für die unlösbare Verklammerung der technischen Kultur mit den andern Kulturbereichen geistiger, sozialer und materieller Natur sei die Ausstellung „Österreichs Technik in Dokumenten der Zeit" ein eindringlicher Beweis. Nach Dankesworten an alle Mitarbeiter erklärte der Minister sodann die Ausstellung für eröffnet.

Unter Führung von Ing. Erich Kurzel-Runtscheiner vom Technischen Museum in Wien, dem Leiter der Ausstellung, und Dr. Otto Brechler von der Nationalbibliothek in Wien, ihrem bibliothekarischen Berater, erfolgte ein Rundgang durch die Schauräume.

Als Zeugen der vorgeschichtlichen und antiken Technik waren einige auf dem Boden Österreichs gefundene Werkzeuge aus der Steinzeit und Waffen aus der Zeit, da die Römer das Land beherrschten, zu sehen. Aus dem 1. Jahrh. n. Chr. stammen interessante Reste von Eisenschmelzöfen, die erst im Vorjahre in der Gegend des steirischen Erzberges aufgedeckt wurden. Eine Zusammenstellung von entsprechenden Erinnerungsstücken zeigte „die Donau als Österreichs Strom" und „das technische Antlitz der Stadt Wien". Technische Darstellungen spätmittelalterlicher Handschriften waren in der Gruppe „Die Technik am Ausgang des Mittelalters und am Beginn der Neuzeit" zusammengestellt. Neben diesen Dokumenten in Schrift und Bild waren eine Reihe von Handsteinen ausgestellt, wie man sie habsburgischen Fürsten als obersten Bergherren zu überreichen pflegte. Zahlreiche Urkunden zeigten, wie schon „die Technik der kameralistischen Zeit" von Staats wegen gefördert wurde. Mit dem Beginn des industriellen Zeitalters aber suchte man diese staatliche Bevormundung beiseite zu schieben. Den Förderern dieser technischen Entwicklung in Österreich war ein besonderer Raum „Männer der Technik" gewidmet. Die Schiffahrt und das Eisenbahnwesen waren in anschließenden Räumen ausgestellt, in denen eine „Sonderschau der ersten Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft" die Entwicklung dieser Gesellschaft zeigte, die am 17. September 1930 auf ein 100jähriges Bestehen zurücksehen konnte. In der letzten Abteilung war dann die weitere Entwicklung der österreichischen Technik durch Ausnutzung der in den verschiedenen Bundesländern vorhandenen Wasserkräfte und besonders deren Benutzung zur Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen dargestellt.

[1]) *Vergl. auch Heft 4 des 1. Jahrganges dieser Schriftenreihe Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.*

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Jahrgang 1929

Heft 1: **Wege und Ziele des Deutschen Museums.** Von W. von Dyck, DIN A 5, II/36 Seiten m. 2 Abbild.

Heft 2: **Heinrich Hertz.** Von J. Zenneck DIN A 5, II/36 Seiten m. 13 Abbildungen

Heft 3: **Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.** Von E. Treptow. DIN A 5, IV/48 Seiten m. 42 Abbild.

Heft 4: **Der Weg des Geistes in der Technik.** Von L. Erhard DIN A 5, IV/30 Seiten m. 55 Abbild. u. 2 Übersichtstafeln

Heft 5: **Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.** Von O. von Miller. DIN A 5, II/27 Seiten m. 11 Abbild.

Heft 6: **Geschichte der Photographie.** Von E. Stenger DIN A 5, IV/44 Seiten m. 15 Abbildungen

Jahrgang 1930

Heft 1: **Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft.** DIN A 5, II/32 Seiten m. 7 Abbildungen

Heft 2: **Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.** DIN A 5, II/32 Seiten m. 15 Abbildungen

Heft 3: **Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.** DIN A 5, II/20 Seiten mit 11 Abbildungen

Heft 4: **Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.** DIN A 5, II/32 Seiten mit 11 Abbildungen

Heft 5: **Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.** DIN A 5, II/36 Seiten mit 5 Abbildungen und 1 Bildnis

Heft 6: **Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.** DIN A 5, II/28 Seiten mit 22 Abbildungen

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.– (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.– (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.– (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Für Mitglieder des Deutschen Museums im Mitgliederbeitrag eingeschlossen.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH, BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

WERNER VON SIEMENS
UND DIE GRÜNDUNG DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN REICHSANSTALT

VON

J. ZENNECK

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

1931

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 1

WERNER VON SIEMENS
UND DIE GRÜNDUNG DER PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN REICHSANSTALT

VON

J. ZENNECK

1 9 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Von J. Zenneck, München[1]).

Man sagt, und wie ich glaube, mit Recht, daß gegenwärtig kein Vortrag größerer Beliebtheit sich erfreut als derjenige, der nicht gehalten wird. Wenn Sie trotzdem gezwungen werden, heute abend einen solchen über sich ergehen zu lassen, so müssen die Verantwortung dafür diejenigen tragen, die ihn veranlaßt haben.

Mir hat die Vorbereitung Freude gemacht. Es ist immer ein besonderer Genuß, die Gedanken eines großen Mannes auf sich wirken zu lassen. Und Werner von Siemens war ein ganz großer. Zur Jahrhundertfeier seines Geburtstages 1916 ist von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften" eine Gedenkschrift veröffentlicht worden, die dem im Kampf stehenden deutschen Volke wieder sein Bild vor Augen führen sollte[2]). Die Überschriften der Artikel, die von verschiedenen Verfassern herrühren, lauten:

1. Werner Siemens und sein Wirkungsfeld.
2. Werner Siemens als Physiker.
3. Seine Arbeit „Über das Leuchten der Flamme".
4. Werner von Siemens' Arbeiten über das Selen.
5. Werner von Siemens' Arbeiten auf dem Gebiete der kosmischen Physik.
6. Werner Siemens und seine Stellung in der Chemie.
7. Werner Siemens und die Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
8. Werner Siemens' Verdienste um die Starkstromtechnik.
9. Werner Siemens' Verdienste um die Entwicklung der Telegraphie und Telephonie.
10. Werner Siemens' Tätigkeit auf mechanisch-technischem und wärmetechnischem Gebiet.
11. Werner von Siemens als Soldat und Kriegstechniker.
12. Werner Siemens und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft.

[1]) Vortrag bei der Feier der Siemens-Ring-Stiftung am 13. Dezember 1930.

[2]) Dem Andenken an Werner von Siemens. Zur Jahrhundertfeier seines Geburtstages. Sondernummer der „Naturwissenschaften" Bd. 4 (1916) Heft 50.

Digitized by Google

Nur ganz, ganz wenige Männer gibt es, denen man eine solche Vielseitigkeit wissenschaftlicher und praktischer Tätigkeit nachrühmen kann und die auf allen Gebieten dieser Tätigkeit so mächtig hervorgetreten sind. Werner von Siemens auch als Soldat. Es klingt vielleicht fast kindlich, wenn ich sage, daß von den verschiedenen Artikeln in der erwähnten Gedenkschrift kaum einer einen solchen Eindruck auf mich gemacht hat, wie der: „Werner von Siemens als Soldat und Kriegstechniker". Man ist ja gewöhnt, das Militär geradezu als die äußerste Normalisierung des Menschen anzusehen. Um so staunenswerter ist es, wie der junge Artillerieleutnant auch dort sich hoch über das Normalniveau herausgehoben hat.

Aber davon soll heute abend nicht die Rede sein, sondern von Werner von Siemens und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Sie ist ja mit der Siemens-Ring-Stiftung durch Personalunion verbunden, insofern als der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt auch Vorsitzender der Siemens-Ring-Stiftung ist. Und Werner von Siemens muß sachlich, wenn auch vielleicht nicht formell, als der Begründer der Reichsanstalt gelten. In den elf Jahren 1872 bis 83 war die Frage der Gründung einer Physikalisch-Technischen Reichsanstalt nicht über die Stufe der Erwägungen, Besprechungen, Denkschriften, Ablehnungen hinausgekommen — es ist für uns heute eine gewisse Beruhigung, zu lesen, daß es etwas derartiges auch damals gab —. Im Jahre 1883 brachte aber Werner von Siemens Zug in die Angelegenheit. Er als Mann der Tat beschränkte sich nicht darauf, zu den früheren Denkschriften eine neue hinzuzufügen, sondern stiftete das Grundstück für den Bau, auf dem die Reichsanstalt noch steht, und dann auch noch 300 000 Mark für den Bau selbst. Und als man sich entschlossen hatte, die Anstalt nicht als Landes-, sondern als Reichsanstalt zu gründen, stellte er eine halbe Million Mark in Grundwert oder Kapital zur Verfügung.

I.

Warum Werner von Siemens so großen Wert auf diese Reichsanstalt legte und welche Gedanken er dabei hatte, das geht am besten aus der Denkschrift hervor, die er 1884 dem Reichstag einreichte[3]). Da ich annehme, daß Sie mehr Wert darauf legen zu erfahren, was Werner von Siemens darin sagte, als was ich darüber zu sagen habe, so lese ich diese kurze Denkschrift mit Weglassung einiger in diesem Zusammenhang weniger wichtiger Sätze vor.

„Die staatlichen Einrichtungen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Fortschrittes beschränken sich im allgemeinen darauf,

[3]) Über die Bedeutung und die Ziele einer zu gründenden physikalisch-technischen Reichsanstalt. Werner von Siemens' Wissenschaftliche und technische Arbeiten, Bd. 2, Berlin 1891.

Digitized by Google

geb. 13. Dezember 1816 in Lenthe b. Hannover
gest. 6. Dezember 1892 in Charlottenburg

Digitized by Google

für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu sorgen. Man könnte sagen, daß sie hierin vielleicht quantitativ zu viel tun. Namentlich gilt dies von Deutschland, aus dessen ausgezeichneten Unterrichtsanstalten jährlich eine Menge hochgebildeter junger Gelehrten hervorgeht, welche im Staatsdienste und im Privatleben kaum eine andere Verwendung finden, als im Lehrfache, nämlich zur Neuerzeugung derselben Species! Für die Fortentwickelung der Wissenschaft selbst findet sich keine Organisation, es ist diese der Privattätigkeit der Lehrer in ihren Mußestunden und physikalisch gebildeten Privatleuten überlassen. . . . Wenn Deutschland trotz des gänzlichen Mangels an staatlichen Einrichtungen für die bezüglichen Forschungen doch immer eine hervorragende Stellung in den Naturwissenschaften behauptet, und dadurch auch in der traurigen Zeit seiner politischen Ohnmacht und Zersplitterung den deutschen Namen in Ehren gehalten hat, so verdankt es dies vorzugsweise seinen Bildungsanstalten und der durch sie entwickelten und wach erhaltenen aufopfernden Liebe des deutschen Gelehrten zur Wissenschaft.

Es war dies früher auch ausreichend, als der Umfang der naturwissenschaftlichen Kenntnisse noch gering war, und wichtige Untersuchungen mit einfachen, wenig kostspieligen Vorrichtungen ausgeführt werden konnten. . . . Zur Anstellung entscheidender naturwissenschaftlicher Versuche gehören heute geeignete, gut gelegene und vor äußeren Störungen geschützte Räume, ausgezeichnete und kostspielige Instrumente und die vollständige Hingabe des mit allen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten an die Lösung der unternommenen Aufgabe. Dazu sind die Lehrsäle und Laboratorien der dem Lehrzwecke gewidmeten Universitäten und Schulanstalten nicht geeignet, ebensowenig die an ihnen angestellten Professoren. Diese sind von ihrem Lehramte und den damit verbundenen Nebenämtern immer um so mehr überlastet, je tüchtiger sie sind, und je mehr sie sich als bahnbrechende Forscher bewährt haben. Es fehlen ihnen neben der Muße zur geistigen Vertiefung in ihre Forschungsaufgabe auch das geeignete Lokal und die Mittel zur Beschaffung der nötigen Instrumente und Einrichtungen. Die Folge davon ist, daß die wichtigsten Aufgaben ungelöst bleiben, und daß hochbegabte Männer, die ihrem Vaterlande und der Menschheit überhaupt unschätzbare Dienste durch ihre Forschungsarbeit leisten konnten, im Unterrichtsdienste, den Minderbegabte vielleicht erfolgreicher verrichten konnten, verbraucht werden.

Ein recht schlagendes Beispiel, wie nachteilig dieser gänzliche Mangel an staatlichen Einrichtungen für die experimentelle Forschung für unser Vaterland ist, zeigte sich u. a. bei den internationalen Verhandlungen zur Feststellung der elektrischen Maßeinheiten. Obgleich diese Maße theoretisch in Deutschland aufgestellt und begründet sind, konnten doch die schwierigen und kostspieligen Arbeiten der exakten

Digitized by Google

Darstellung derselben in Deutschland nicht ausgeführt werden. Es waren die Privatlaboratorien reicher Engländer, welche die Arbeit übernahmen. Auch die seitens der internationalen Kommission zur Feststellung der elektrischen Maßeinheiten an die Regierungen gerichtete Aufforderung, die Arbeit ihrer Gelehrten in dieser Richtung zu unterstützen, konnte bei uns keinen wesentlichen Erfolg haben, da im ganzen deutschen Reiche kein für diese Messungen geeignetes Lokal mit den nötigen Einrichtungen vorhanden war! In Deutschland fehlt die Klasse reicher wissenschaftlicher Dilettanten, welche in England schon so Großes geleistet und Englands wissenschaftlichen Ruhm hoch über das Maß seiner durchschnittlichen Bildung gehoben hat. Es sind bei uns nur einzelne große industrielle Etablissements, welche befähigt waren und durch ihre eigenen Bedürfnisse dazu angeregt wurden, solche kostspieligen und umfassenden gemeinnützigen Arbeiten auszuführen. Für exakte Arbeiten sind aber Fabriken nur in besonderen Fällen geeignet.

Diese Betrachtungen hatten in dem Unterzeichneten schon vor längerer Zeit den Entschluß hervorgerufen, der hiesigen Königl. Akademie der Wissenschaften durch testamentarisches Legat eine größere Geldsumme zur Begründung eines Laboratoriums, welches wissenschaftlichen Fundamentaluntersuchungen gewidmet werden sollte, zu vermachen. Als aber . . . der Ausführung . . . außer finanziellen Bedenken namentlich die Schwierigkeit der Beschaffung eines passenden Bauterrains entgegentrat, erbot ich mich, dem Staate ein solches, in der Marchstraße in Charlottenburg gelegenes, durchaus geeignetes Grundstück von ca. 1 Hektar Flächeninhalt unter der Bedingung zur Verfügung zu stellen, daß der Staat es auf seine Kosten zu dem genannten Zwecke bebaute und die Anstalt angemessen dotierte. Ich erbot mich ferner, auch den Bau der Arbeitsräume selbst übernehmen zu wollen, in der Hoffnung, dadurch weiteren Zeitverlust zu verhindern.

Obschon nun bei dem warmen Interesse, welches der Herr Minister v. Goßler an dem Zustandekommen der geplanten Anstalt nahm, die Hoffnung, daß die noch bestehenden finanziellen Schwierigkeiten sich überwinden lassen würden, als eine wohlbegründete erschien, so konnte ich mich doch der Erkenntnis nicht verschließen, daß der Plan auf diesem Wege nicht in dem Umfange durchgeführt werden könne, wie es seiner Bedeutung und dem Beitrage von ca. ½ Million Mark, welchen ich zu seiner Realisierung zu leisten gewillt bin, entsprechen würde. Es handelt sich bei demselben eben auch um eine staatliche Einrichtung, welche dem gesamten Reiche in gleichem Maße wie dem Einzelstaate Nutzen tragen wird. Dem Reiche würden aus einer naturwissenschaftlichen Arbeitsstätte, wie sie geplant wird, sowohl materielle wie ideelle Vorteile von großem Gewichte erwachsen. Bei dem jetzt so lebhaft geführten Konkurrenzkampfe der Völker hat

Digitized by Google

das Land ein entschiedenes Übergewicht, welches neue Bahnen zuerst betritt und die auf dieselben zu gründenden Industriezweige zuerst ausbildet. Fast ohne Ausnahme sind es neue naturwissenschaftliche Entdeckungen, oft sehr unscheinbarer Art, welche solche neuen Bahnen eröffnen und wichtige Industriezweige neu erschaffen oder neu beleben. Ob die Aufdeckung einer neuen naturwissenschaftlichen Tatsache technisch verwendbar ist, ergibt sich in der Regel erst nach ihrer vollständigen systematischen Bearbeitung, d. h. oft erst nach längerer Zeit. Darum darf der wissenschaftliche Fortschritt nicht von materiellen Interessen abhängig gemacht werden. . . . Die Begünstigung der naturwissenschaftlichen Forschung ist in eminentem Grade eine Förderung der materiellen Interessen des Landes! Diese meist unbewußte Erkenntnis mag wesentlich dazu beitragen, daß die naturwissenschaftliche Entdeckung dem Lande, dem sie entstammt, überall zur hohen Ehre gereicht. Nicht die wissenschaftliche Bildung, sondern die wissenschaftliche Leistung weist einer Nation die Ehrenstellung unter den Kulturvölkern an. Es erscheint daher als eine Aufgabe des Reiches und nicht der Einzelregierungen, die nötigen Einrichtungen zu treffen, um diese wissenschaftliche Leistung auf die Höhe zu bringen und auf derselben zu erhalten, welche der durchschnittlichen wissenschaftlichen Bildung des Landes entspricht.

Ich bemerke schließlich, daß ich mit dem Angebote eines Beitrages von ½ Million Mark in Grundwert oder Kapital zur Begründung des geplanten Instituts nur den Zweck im Auge habe, meinem Vaterlande einen Dienst zu leisten und meine Liebe zur Wissenschaft, der ich mein Emporkommen im Leben ausschließlich verdanke, zu betätigen."

II.

Nach dieser Denkschrift ist die Absicht von Werner von Siemens ganz klar: er wollte ein physikalisch-technisches Forschungsinstitut etwa in der Art der jetzigen Kaiser-Wilhelm-Institute. Es sollte von aller Belastung durch Lehre und Ausbildung junger Leute befreit sein und allein der Forschung dienen. Zu diesem Zweck sollte es mit den geeigneten Räumen und den nötigen Instrumenten und den „mit allen Kenntnissen ausgerüsteten Gelehrten" versehen werden.

Der Grundgedanke dabei war die ungeheure Wichtigkeit wissenschaftlicher Forschung nicht nur in ideeller, sondern auch in materieller Beziehung. Diese Überzeugung hat Siemens fast noch eindringlicher in seiner Denkschrift von 1883 ausgesprochen. Er sagt dort: „Die naturwissenschaftliche Forschung bildet immer den sicheren Boden des technischen Fortschrittes, und die Industrie eines Landes wird niemals eine internationale, leitende Stellung erwerben und

Digitized by Google

sich selbst erhalten können, wenn dasselbe nicht gleichzeitig an der Spitze des naturwissenschaftlichen Fortschritts steht: Dieses herbeizuführen, ist das wirksamste Mittel zur Hebung der Industrie." Wenn man diese Sätze und das, was Werner von Siemens in der vorhin verlesenen Denkschrift über die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung geäußert hat, heute in einer Zeitung ohne Nennung des Autors abdruckte, so würden wahrscheinlich die meisten Leser vermuten, daß es sich um eine Werbung zugunsten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft handle. Oder sie würden denken, daß der Verfasser ein Herr des Vereines deutscher Ingenieure sei, der das unterstreichen wolle, was Professor Matschoß in seinem ausgezeichneten Schriftchen „Forschung tut not" im Auftrag des Vereines deutscher Ingenieure ausgeführt hat. Ich muß also nochmals versichern, daß diese Äußerungen wirklich von Werner von Siemens und zwar aus den Jahren 1883 und 1884 herrühren. Aber sie sind, trotzdem sie 50 Jahre alt sind, noch heute richtig und heute beherzigenswerter als je.

Dabei möchte ich noch besonderen Wert legen auf den Gedanken, der in den folgenden schon verlesenen Sätzen enthalten ist: „Fast ohne Ausnahme sind es neue naturwissenschaftliche Entdeckungen oft sehr unscheinbarer Art, welche solche neue Bahnen eröffnen und wichtige Industriezweige neu erschaffen oder neu beleben. Ob die Aufdeckung einer neuen naturwissenschaftlichen Tatsache technisch verwendbar ist, ergibt sich in der Regel erst nach ihrer vollständigen systematischen Bearbeitung, d. h. oft erst nach längerer Zeit. Darum darf der wissenschaftliche Fortschritt nicht von materiellen Interessen abhängig gemacht werden." Ich betone diese Sätze aus folgendem Grunde: Es gibt heute Leute, die sich haben überzeugen lassen, daß wissenschaftliche Forschung wirklich nicht nur ein etwas ungewöhnlicher Sport, sondern die Grundlage jedes technischen Fortschritts ist; aber sie sind der Ansicht, daß nur dann öffentliche Mittel für Forschung aufgewandt werden dürfen, wenn die Forschung „praktische oder soziale Bedeutung" hat. Über diese Ansicht läßt sich vielleicht sprechen, aber erst dann, wenn ihre Verfechter ein Kriterium angegeben haben, auf Grund dessen man beurteilen kann, ob irgendein Gebiet der Forschung praktische Bedeutung bekommen wird. Ich glaube nicht, daß diese Leute seinerzeit das Studium der Elektronenemission aus glühenden Drähten, denen man damals Ströme von Bruchteilen eines tausendstel Ampere entnehmen konnte, für ein sehr aussichtsvolles und unterstützungswertes Gebiet der Forschung gehalten haben würden: Heute beträgt die Tageserzeugung an Elektronenröhren, die auf dieser Elektronenemission beruhen, ungefähr 170 000 Stück, Tausende von Arbeitern sind dabei beschäftigt -- ich brauche nur auf Osram in Deutschland hinzuweisen -- und die ganze Schwach-

Digitized by Google

stromtechnik ist dadurch umgestaltet worden! Solche Dinge hat Werner von Siemens gekannt und vorausgeahnt, als er mit seinen angeführten Worten für die freie Forschung auf lange Sicht eintrat.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Hinweis auf England. In der Denkschrift von 1883[4]) ist er ebenfalls, aber etwas ausführlicher enthalten. Es heißt dort (S. 571): „In neuerer Zeit haben England, Frankreich und Amerika, die Länder, die im Konkurrenzkampfe unsere gefährlichsten Gegner sind, die große Bedeutung der wissenschaftlichen Superiorität für die materiellen Interessen erkannt und sind eifrig bestrebt, durch Verbesserung ihres Unterrichts die naturwissenschaftliche Bildung zu erhöhen und Einrichtungen zu schaffen, welche den wissenschaftlichen Fortschritt begünstigen. Die der angelsächsischen Rasse eigentümliche Beharrlichkeit und Rücksichtslosigkeit in der Durchführung von Dingen, die als nützlich und notwendig anerkannt sind, hat bereits zu ganz überraschenden Resultaten geführt." Sicherlich hatte dieser Hinweis auf die Angelsachsen nicht nur den Zweck, ihre Konkurrenz zu betonen. Er sollte vielmehr auch noch den Gedanken nahelegen, daß diese Völker mit ihrer Nüchternheit die wissenschaftliche Forschung nicht forcieren würden, wenn sie sich nicht davon erheblichen materiellen Vorteil versprächen. Es ist überhaupt keine schlechte Methode, sich in schwierigen Lagen zu fragen, was die Angelsachsen unter ähnlichen Verhältnissen tun oder getan haben. Sie sind uns wohl nicht an wissenschaftlicher und technischer Tüchtigkeit, sicher aber an gesundem Menschenverstand weit überlegen und wissen das auch: wenn sie von „german mind" reden — in einem Artikel eines augenscheinlich sehr harmlosen Schriftstellers las ich es einmal übersetzt mit „deutsches Gemüt" —, so heißt das „deutsche Mentalität" und gemeint ist damit ungefähr das Gegenteil von gesundem Menschenverstand.

III.

Interessant ist ferner an der Denkschrift, was Werner von Siemens über die Hochschullaboratorien im weitesten Sinn des Wortes und ihre Professoren bezüglich der Eignung zu wissenschaftlicher Forschung sagt. Wenn man auch annimmt, daß er mit Rücksicht auf den Zweck der Denkschrift die Nachteile der bestehenden Hochschullaboratorien etwas stark betont hat, so ist doch sein Urteil auch heute noch richtig: der Vorstand eines größeren Hochschullaboratoriums[5]) kann tatsächlich nur einen kleinen Teil seiner

[4]) Votum betreffend die Gründung eines Instituts für die experimentelle Förderung der exakten Naturforschung und der Präzisionstechnik. Werner von Siemens: Wissenschaftliche und technische Arbeiten. Bd. 2. Berlin 1891.

[5]) Mit „Hochschule" ist hier und im folgenden immer gemeint „Universität und Technische Hochschule".

Digitized by Google

Zeit der eigenen Forschung widmen. Es ist vollkommen konsequent und berechtigt, wenn W. von Siemens aus dieser Tatsache die Forderung nach einer Reichsanstalt ableitete, in der die Forschungstätigkeit nicht durch Ausbildungsbetrieb gehindert wird.

Ganz unberechtigt aber ist es, wenn von anderer Seite die Folgerung gezogen wird, daß die Hochschullaboratorien überhaupt nicht für die Forschung bestimmt seien, daß also der Staat nur verpflichtet sei, ihnen die Mittel für die Ausbildung, nicht aber solche für die Forschung zu geben. Tatsächlich sind die Etats vieler Hochschullaboratorien schon heute so, daß sie jede Forschungstätigkeit sofort aufgeben müßten, wenn sie nicht von anderen Seiten, hauptsächlich von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Mittel dazu bekommen könnten.

Demgegenüber möchte ich auf folgende Punkte hinweisen:

1. Einen scharfen Gegensatz zwischen Ausbildung und Forschung zu machen, ist unberechtigt. Die Ausbildung eines fortgeschrittenen Studenten der Chemie oder Physik besteht eben in der Erziehung zur Forschung. Dafür muß die Möglichkeit vorhanden sein, sonst erfüllt das Laboratorium auch seinen Zweck als Bildungsinstitut nicht.

2. Die auszubildenden jungen Leute sind nicht nur eine Belästigung für den Vorstand, sondern bilden auch willkommene, vom Staat nicht bezahlte Mitarbeiter bei der Forschung. Ein Vorstand eines großen Instituts kann im allgemeinen natürlich nicht selbst das Spiegelgalvanometer ablesen, aber er hat die Doktoranden, die unter seiner Leitung seine Forschungsarbeiten ausführen, wenn auch vielleicht nicht immer mit dem größten Wirkungsgrad.

3. Die Pflicht, die jungen Leute nicht einseitig auszubilden, und die Vorlesung bewahren vor zu weitgehendem Spezialistentum, ganz abgesehen davon, daß der Umgang mit der Jugend doch für jeden älteren Mann eine Erfrischung bedeutet.

4. Endlich kann ich mich zur Stütze meiner Auffassung auf folgende Statistik berufen. Die deutschen Nobelpreisträger in Physik [6]) seit 1900 sind: Röntgen, Lenard, Braun, W. Wien, von Laue, Planck, Stark, Einstein, Franck und Hertz. Von diesen hat Einstein die in Betracht kommenden Arbeiten als Angehöriger des Schweizer Patentamts gemacht, die andern haben sie an Hochschullaboratorien ausgeführt, nur W. Wien an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Aber gerade W. Wien schreibt in seinem Lebensüberblick über seine Berufung von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt weg an die Technische Hochschule Aachen: „Obwohl die Stelle keineswegs glänzend war, zögerte ich keinen Augenblick zuzusagen, da ich mir längst gesagt hatte, daß ich die freie wissen-

[6]) In der Chemie ist es ungefähr ebenso.

Digitized by Google

schaftliche Arbeit, wie ich sie brauchte, nur als Leiter eines Hochschulinstitutes würde finden können." Man darf aus dieser Statistik natürlich nicht zu viel schließen, da die Zahl der Physiker an den verschiedenen Hochschullaboratorien viel größer ist, als an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Aber eines scheint sie außer Frage zu stellen, daß die deutschen Hochschullaboratorien trotz aller Belastung durch Lehrtätigkeit bisher doch Forschungsarbeiten ermöglicht haben, die im Wettbewerb mit den Leistungen anderer Länder den Preis davontrugen. Ich glaube, auch heute gilt das, was Werner von Siemens von anderen Zeiten sagte: „Wenn Deutschland immer eine hervorragende Stellung in den Naturwissenschaften behauptet und dadurch auch in der traurigsten Zeit seiner politischen Ohnmacht und Zersplitterung den deutschen Namen in Ehren gehalten hat, so verdankt es dies vorzugsweise seinen Bildungsanstalten und der durch sie entwickelten und wach erhaltenen aufopfernden Liebe der deutschen Gelehrten zur Wissenschaft."

Hoffentlich bleibt das so. Man munkelt gegenwärtig viel von Hochschulreformen, die unsere Politiker vorhaben sollen. Nun sehe ich zwar nicht ein, warum man gerade an den Hochschulen reformieren will, deren Leistungen auch heute noch im Ausland überall größtes Ansehen genießen und die vielfach das Muster für das Ausland gewesen sind - - wir haben doch sonst keinen Mangel an Reformbedürftigem . Aber ich möchte mir folgenden Vermittlungsvorschlag erlauben:

1. Die Hochschulreform wird zurückgestellt, bis unsere Politiker auf ihrem Gebiet, z. B. der Sanierung unserer Finanzen, ebenso viel geleistet haben, wie die Hochschullaboratorien in der Wissenschaft.

2. Wenn dann die Reform stattfinden soll, so wird zuerst untersucht, ob nicht die beste Reform die wäre, daß man den Hochschullaboratorien ausreichende Mittel gäbe.

Denn ich bin nicht sicher, ob das oben von den deutschen Hochschullaboratorien gesagte in 10 Jahren noch gelten wird; der Mangel an Mitteln muß schließlich zur Überflügelung durch andere Völker führen. Dieser Prozeß hat meiner Ansicht nach schon eingesetzt. Ich habe den Eindruck, daß manche Völker, die früher ihre jungen Leute zur Weiterbildung in Naturwissenschaften und Technik ziemlich regelmäßig nach Deutschland schickten, schon heute andere Länder bevorzugen. Wenn das richtig ist, würde es zu denken geben. Ich erinnere daran, daß die Japaner früher für die Infanterieausbildung deutsche Instruktionsoffiziere hatten, für die Artillerieausbildung aber zwei Jahre vor dem Weltkrieg sich französische Instruktionsoffiziere holten. Diejenigen von Ihnen, die den ersten Teil des Krieges mitgemacht haben, wissen, was der Unter-

Digitized by Google

IV.

Bei dem Eintreten für eine Physikalisch-Technische Reichsanstalt war der Gedanke von Werner von Siemens natürlich nicht, zu den vorhandenen Hochschullaboratorien noch ein neues, vom Lehrbetrieb befreites Laboratorium hinzuzufügen. Die Aufgabe der Reichsanstalt sollte eine andere sein als diejenige der Hochschullaboratorien. In der Denkschrift vom 16. Juni 1883[7]), an der Werner von Siemens neben einer Anzahl von bedeutenden Männern wie von Helmholtz und Förster beteiligt war, heißt es darüber: „In erster Stelle unternimmt oder organisiert das Institut solche für die Führung und Förderung der wissenschaftlichen Forschung und der mit ihr eng verbundenen Technik wichtige experimentelle Untersuchungen und Meßreihen, welche von seiten einzelner wissenschaftlicher Männer oder wissenschaftlicher Lehr- und Verwaltungs-Institutionen überhaupt nicht oder wenigstens in der Vereinzelung nicht mit gehöriger Homogenität und Vollständigkeit und entsprechender Ökonomie zustande gebracht werden können, und welche ebenso von seiten der Präzisionstechniker nicht in genügender Ausdehnung und Schärfe oder nicht mit gehöriger Sicherheit wirtschaftlicher Durchführbarkeit unternommen werden können." Helmholtz gibt in seinen Ausführungen über die Aufgaben der ersten (wissenschaftlichen) Abteilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt als Beispiele an: „die genaue Bestimmung der Intensität der Schwere", „die absolute Messung der Gravitation, gewöhnlich bezeichnet als die Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde", „die Geschwindigkeit des Lichtes", „Untersuchungen über die elektrischen Maßeinheiten", „Wiederholung und Erweiterung der Regnault'schen Versuche aus der Thermodynamik". Werner von Siemens nennt in seiner Denkschrift von 1883 als mehr technische Beispiele Untersuchungen der optischen, thermometrischen und elektrischen Eigenschaften von Gläsern, der Eigenschaften von Metallen und ihrer Legierungen, der „Induktionskonstante" von Nichtleitern und den „Isolationskonstanten" etc. und sagt dann: „alle diese Untersuchungen und Bestimmungen sind notwendig für die gedeihliche Entwicklung der auf wesentlich mechanischer Grundlage ruhenden Gewerbetätigkeit. Sie können weder in Universitäts- noch in Privatlaboratorien ausgeführt werden, da in beiden für solche ausgedehnte und schwierige Untersuchungen, die weder direkten Gewinn noch besondere Ehre für den Ausführenden bringen, kein Platz ist".

Was hier über das Verhältnis der Tätigkeit der neu zu gründenden Reichsanstalt zu derjenigen der Hochschullaboratorien gesagt ist, hat sich im Verlauf der ungefähr 40 Jahre, während deren die Reichsanstalt

[7]) Vergl. Fußnote [4]).

Digitized by Google

jetzt besteht, durchaus erfüllt und bewährt. Wir können uns heute die Reichsanstalt schwer aus dem wissenschaftlichen und technischen Leben wegdenken.

Das gilt nicht nur bezüglich der Eichtätigkeit. Die Eichung von Meßinstrumenten, seien es nun Strom- oder Leistungsmesser oder Thermoelemente, erfordert, wenn hohe Genauigkeit verlangt wird, besondere Einrichtungen, und was noch weit wichtiger ist, eine außerordentlich große Erfahrung, die in einem Hochschullaboratorium mit seinem wechselnden Personalbestand nicht vorhanden sein kann. Der beste Beweis dafür ist der, daß nicht nur die Technik und Industrie,

Abb. 1. Physikalisch Technische Reichsanstalt
(Luftbild: Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt EV., Berlin-Adlershof)

sondern auch die Hochschullaboratorien selbst ihre Meßinstrumente an die Reichsanstalt zur Eichung schicken. Sie wissen ganz genau, daß sie dieselbe Genauigkeit, die die Reichsanstalt leicht erreicht, erst nach endloser Mühe, wahrscheinlich aber überhaupt nicht bekommen würden. Eine gewisse Berühmtheit hat bekanntlich eine solche Eichung erlangt, die Kundt, damals Professor in Straßburg, vornehmen ließ. Um einen Gewichtssatz von größter Genauigkeit im Institut zu haben, kaufte er einen, ließ ihn vergolden, um Oxydation zu verhindern, und schickte ihn an die Reichsanstalt zur Eichung. Die Rechnungskammer beanstandete nachher zwar nicht die Kosten für die Eichung, wohl aber diejenigen für die Vergoldung, die wohl als großer Luxus angesehen wurde. Der betreffende Beamte schrieb

Digitized by Google

an den Rand: „Warum wurden die Gewichte vergoldet?" Kundt schrieb darunter: „Weil massiv goldene Gewichte zu teuer gewesen wären".

Von größter Bedeutung für die Eichtätigkeit ist, daß die Reichsanstalt als solche nach dem Willen von Werner von Siemens nicht irgend ein Privatinstitut, sondern ein Staatsinstitut mit behördlichem Charakter sein sollte und daß infolge davon seine Gutachten und Eichungen offizielle Bedeutung haben. Auch in dieser Beziehung kann die Tätigkeit der Reichsanstalt nicht durch diejenige irgend eines Hochschulinstituts ersetzt werden. Wie groß das Vertrauen zu der Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit der Reichsanstalt jedenfalls vor dem Kriege auch im Auslande war, habe ich 1910 in Norwegen gesehen. Ich hatte als Physiker der Badischen Anilin- und Sodafabrik zusammen mit dem Chefingenieur der norwegischen Konkurrenzgesellschaft Norsk Hydro Leistungsmessungen an den mit Hochspannung betriebenen Stickoxyd-Öfen der beiden Gesellschaften vorzunehmen, von denen ziemlich viel abhing. Die Frage war, wo wir die zur Messung bestimmten Leistungsmesser eichen lassen sollten. Wir waren ordentlich stolz, als die Norweger selbst die deutsche Physikalisch-Technische Reichsanstalt vorschlugen.

Auch in bezug auf die Forschung ist die Tätigkeit der Reichsanstalt nicht zu ersetzen. Es gibt eben Untersuchungen, die man wirklich nur an einer solchen Anstalt ausführen kann, nicht an irgend einem Hochschullaboratorium. Aus älterer Zeit möchte ich an die Messungen auf dem Gebiet der Wärmestrahlung und die sorgfältigen Arbeiten über Temperaturmessung erinnern, aus neuester Zeit an die Messungen auf dem Gebiet extrem niedriger Temperaturen mit Hilfe von flüssigem Wasserstoff und Helium, an die Festlegung der Längeneinheit und an Längenmessungen mit Hilfe der grünen Kryptonlinie und an die Frequenzmessung von piezoelektrischen Quarzen, die als Frequenznormalien für Hochschullaboratorien und für Rundfunksender unbedingt notwendig sind, alles Arbeiten, die sicher ganz im Sinne von Werner von Siemens gewesen wären.

Die beiden letzten Beispiele zeigen noch eine weitere Seite der Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Die Festlegung solcher Normalien hat natürlich nur Sinn, wenn sie international sind. So sind z. B. die Quarz-Frequenznormalien der Institute, die in Amerika, England, Frankreich und Italien die Aufgabe der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt haben, miteinander verglichen worden, und es wurde erfreulicherweise eine Übereinstimmung auf mehr als 1/20 000 erzielt. Dieser Verkehr mit den entsprechenden Instituten der anderen Länder zur internationalen Festlegung von Einheiten oder Normalien ist eine wichtige Aufgabe der Reichsanstalt: sie bildet in dieser Beziehung etwas wie ein „physikalisches auswärtiges Amt".

Digitized by Google

Soweit ist alles in bester Ordnung. Aber es würde, glaube ich, nicht ehrlich sein, wenn ich nicht auch die andere Seite erwähnte.

Ich habe in den letzten Jahren ziemlich sorgfältig die Veröffentlichungen derjenigen Institute verfolgt, die in den Vereinigten Staaten bzw. England die Physikalisch-Technische Reichsanstalt vertreten, des Bureau of Standards in Washington und des National Physical Laboratory in Teddington bei London. Dabei habe ich mich des Eindrucks nicht erwehren können, daß unsere Reichsanstalt ganz gewiß gegenüber dem Bureau of Standards, aber auch gegenüber dem National Physical Laboratory erheblich ins Hintertreffen gekommen ist. Ich gebe zu, daß ein Vergleich der Tätigkeit dieser drei Institute nicht ganz leicht ist, weil in den beiden ausländischen Instituten auch Funktionen vereinigt sind, die bei uns nicht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, sondern anderen Instituten zugeteilt sind. Aber man würde sicher in die größte Verlegenheit kommen, wenn man die Aufgabe hätte, nachzuweisen, daß die Physikalisch-Technische Reichsanstalt diesen beiden Instituten auch heute noch ebenbürtig ist.

Unzweifelhaft ist jedenfalls, daß diese Institute in viel höherem Maße als die Reichsanstalt solche Arbeiten ausführen, die sie zu wissenschaftlichen Beratern des Staates und der Industrie qualifizieren. Ich brauche als Beispiel nur an die Menge von Arbeiten zu erinnern, die vom Bureau of Standards im Interesse der Rundfunkindustrie und der Rundfunkteilnehmer veröffentlicht wurden. Die Reichsanstalt beschäftigt sich zu viel mit Arbeiten, die ebenso gut an irgend einem Hochschullaboratorium gemacht werden könnten, und zu wenig mit Arbeiten von grundlegender und von allgemein physikalisch-technischer Bedeutung, für die Hochschullaboratorien nicht ausreichen. Vielleicht würde es nichts schaden, wenn entsprechend der besonderen Aufgaben der Reichsanstalt die Forschungstätigkeit an ihr mehr als bisher in bestimmte Bahnen gelenkt würde.

Ein Grund für diese Verhältnisse ist wohl der, daß es schwierig ist, Deutsche zu den, in diesem Fall notwendigen, Gemeinschaftsarbeiten zu bewegen, die, um mich des Ausdrucks in der Siemens'schen Denkschrift zu bedienen, „weder direkten Gewinn noch besondere Ehre für den Ausführenden bringen", während z. B. Amerikaner für solches „team work" wie sie es nennen, leicht zu haben sind. Dieser Abneigung gegen die Zusammenarbeit mit anderen und gegen eine gewisse Beschränkung in der Freiheit der Forschung, die notwendig damit verbunden ist, ist es wohl auch zum Teil zuzuschreiben, daß auch heute noch, so wie ich es von W. Wien erzählte, Beamte der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, die einen Ruf an eine Hochschule bekommen, diesem Ruf unfehlbar folgen, und leider sind dies nicht die schlechtesten.

Digitized by Google

Ein anderer Grund, wenigstens was technisch wichtige Arbeiten betrifft, ist wohl der, daß für solche Arbeiten die interessierte Industrie selbst große Laboratorien ausgebildet hat. Ich nenne als Beispiel die Hochspannungslaboratorien der großen Porzellanfabriken zur Prüfung der Isolatoren oder die wissenschaftlichen Laboratorien von Siemens & Halske, von Osram, Zeiß, Schott & Genossen. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt fühlt, daß ihr durch diese Laboratorien viele Aufgaben von allgemein technischer Bedeutung abgenommen worden sind.

Der Hauptgrund ist aber sicher der, daß die Mittel der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für grundlegende Aufgaben größeren Maßstabs ganz ungenügend sind. Nach dem Haushaltentwurf für 1931 betragen die Personalkosten in runden Zahlen 1 500 000 RM, der Betrag für alle sachlichen Verwaltungsausgaben etwa 400 000 RM, darunter nur 170 000 RM für experimentelle Arbeiten. Herr Präsident Paschen, dem ich diese Zahlen verdanke, schrieb mir dazu, daß er im physikalischen Institut der Universität Tübingen in wissenschaftlicher Hinsicht mehr zur Verfügung gehabt habe als jetzt an der Reichsanstalt. Eine große Anzahl der Arbeiten an der Reichsanstalt können nur mit Unterstützung der Notgemeinschaft ausgeführt werden; der Etat der Reichsanstalt reicht nicht aus. Beim Bureau of Standards betrug der Gesamtetat für 1929 rd. 2 750 000 $ = rd. 11 500 000 RM. Davon gehen ab für Gehälter etwa 650 000 $ = rd. 2 700 000 RM, bleibt also ein Sachetat von 8 800 000 RM im Gegensatz zu den rd. 400 000 RM der Reichsanstalt. Die Angehörigen der Reichsanstalt müßten wirklich physikalische Halbgötter sein, wenn sie unter diesen Umständen dieselben Leistungen erzielen könnten wie das Bureau of Standards.

Bitte befürchten Sie nun aber nicht von mir die übliche Fanfare gegen die Regierung. Ich weiß sehr gut, daß heute alle Ministerien, denen wissenschaftliche Institute unterstehen, ihr gehäuftes Maß von Sorgen um ihre Institute haben und daß es ganz zwecklos, häufig auch ungerechtfertigt ist, gegen sie Vorwürfe zu erheben. Ich wollte nur die Tatsache feststellen, daß infolge des allgemeinen Niederganges die Physikalisch-Technische Reichsanstalt gegenüber den entsprechenden Anstalten des Auslands zurückgeblieben ist und daß dasselbe bei den Hochschulinstituten droht.

Eine Bemerkung kann ich allerdings nicht unterdrücken. In den Jahren seit dem Krieg, in denen die notwendigsten Anforderungen der Reichsanstalt und der Hochschullaboratorien „mit Rücksicht auf die finanzielle Lage des Staates", wie der terminus technicus lautet, abgelehnt wurden, sind mehr neue Institute — und zwar oft recht üppig ausgestattete — gegründet worden[2], als wohl jemals vorher in

Digitized by Google

demselben Zeitraum. Ich verdanke eine Zusammenstellung darüber dem Verein deutscher Ingenieure; sie beruht auf dem Material, das für eine Schrift „Deutsche technisch-wissenschaftliche Forschungsstätten", die demnächst erscheinen wird, gesammelt wurde. Danach sind seit dem Kriege neu gegründet worden 6 Kaiser-Wilhelm-Institute, 98 Institute an den früher stiefmütterlich behandelten Technischen Hochschulen, 37 an Universitäten, 12 an Bergakademien, 2 an landwirtschaftlichen Hochschulen, 40 an Reichs- und Landesanstalten und Reichsbahninstituten. Man erhält den Eindruck, daß es leichter war, 1 Million zum Bau eines neuen Institutes als 1000 RM für ein vorhandenes, das sich schon bewährt hatte, zu bekommen. Die Erklärung, die manchmal dafür gegeben wird, will ich lieber nicht anführen, um mich nicht gar zu unbeliebt zu machen.

Ich bedauere lebhaft, mit diesen trüben Feststellungen schließen zu müssen. Wir sehen alle mit großen Sorgen in die Zukunft. Aber wenn wir daran denken, daß unser Volk Männer hervorgebracht hat wie Werner von Siemens, und wenn wir auf die führenden Männer der Wissenschaft, Technik und Industrie blicken, die von der Siemens-Ring-Stiftung ausgezeichnet worden sind, dann dürfen wir das Vertrauen auf die Zukunft nicht aufgeben.

---

* Ich meine damit nicht notwendige Neubauten oder Erweiterungen schon bestehender Institute.

Digitized by Google

Ehrungen der Siemens-Ring-Stiftung

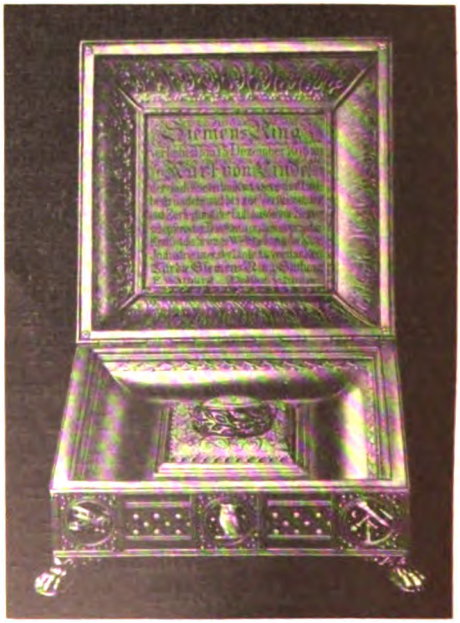
Der Tag der Wiederkehr des hundertsten Geburtstages von Werner von Siemens, der 13. Dezember 1916, gab Veranlassung, nicht nur dieses Mannes, dessen Lebensarbeit soviel zur Entwicklung deutscher Technik und Wissenschaft beigetragen hat, zu gedenken. Vertreter der großen technisch-wissenschaftlichen Vereine Deutschlands traten an diesem Tage zusammen und gründeten die Siemens-Ring-Stiftung, deren Aufgabe es sein soll, mit der Ehrung Werner von Siemens das ehrende Gedenken auch an andre hervorragende Männer aus dem Reiche der Naturwissenschaft und Technik zu vereinigen, die gleich Werner von Siemens in inniger Verbindung der wissenschaftlichen Forschung mit dem praktischen Können wichtige Fortschritte erzielt haben.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe hat die Siemens-Ring-Stiftung eine Reihe von Ehrungen geschaffen, über deren Verleihung ein Stiftungsrat beschließt, der sich u. a. aus Vertretern der bedeutendsten technisch-wissenschaftlichen Vereine sowie der Hochschulen und andrer Forschungsgesellschaften zusammensetzt. Den Vorsitz im Stiftungsrat führt der jeweilige Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Die Geschäftsführung ist beim Deutschen Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine.

Die höchste Auszeichnung, die die Siemens-Ring-Stiftung zu vergeben hat, ist der Siemens-Ring. Er besteht aus einem goldplattierten Stahlreif in Gestalt eines Lorbeerkranzes, dessen Blätter aus Smaragden und dessen Früchte aus Rubinen gebildet sind. Der Ring ruht in einer kunstvoll gestalteten Kassette, deren Ausführung den Arbeiten und Verdiensten des jeweiligen Siemens-Ring-Trägers angepaßt wird, und die das in Gold geprägte Bildnis Werner von Siemens, sowie eine entsprechende Widmung trägt. Bisher ist der Siemens-Ring fünfmal verliehen worden.

Digitized by Google

Carl von Linde

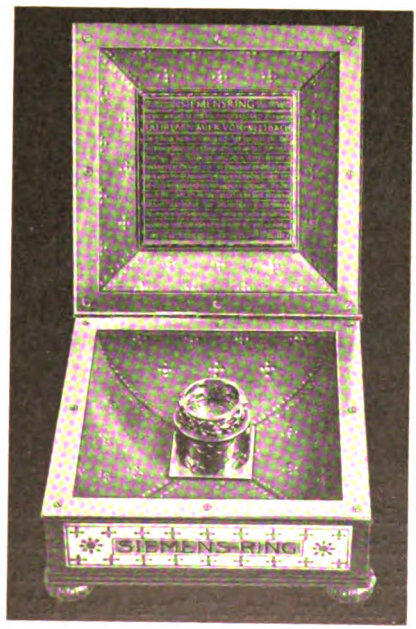


„der die Kältetechnik wissenschaftlich begründete und bis zur Verflüssigung und Zerlegung der Luft ausdehnte. Seiner schöpferischen Tätigkeit und organisatorischen Kraft ist die heutige Weltgeltung der Kälte-Industrie in erster Linie zu verdanken" verliehen am 13. Dez. 1916.

Digitized by Google

Freiherr Karl Auer von Welsbach

„An seinen Namen knüpft sich der beispiellose Aufschwung künstlicher Beleuchtung an der Schwelle des XX. Jahrhunderts durch den Auerbrenner, welcher der Bunsenflamme strahlenden Glanz verlieh und die Osmiumlampe, welche die Reihe der elektrischen Metalldrahtlampen eröffnete. Die Industrie der Edelerden verehrt in ihm ihren Begründer, die Wissenschaft ihren mächtigen Förderer"
(verliehen am 13. Dezember 1920).

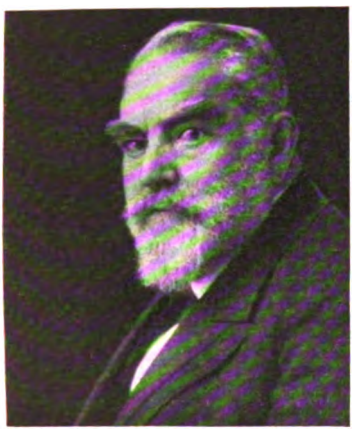


Digitized by Google

Carl Bosch

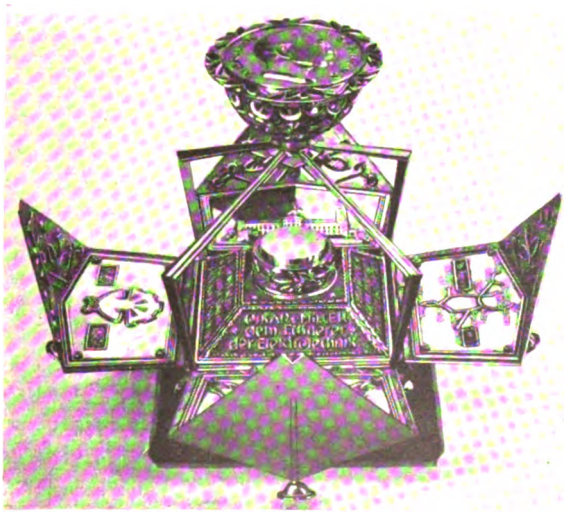
„der verdienstvolle Förderer der reinen, der erfolgreiche Meister der angewandten Wissenschaften" (verliehen am 13. Dezember 1924).

Digitized by Google



Oskar von Miller

„der Förderer der Elektrotechnik und ihrer Anwendung im Wirtschaftsleben, der Schöpfer des Deutschen Museums" (verliehen am 13. Dez. 1927).



Digitized by Google

Hugo Junkers

„in Anerkennung seiner bahnbrechenden Forschungen und Erfolge auf dem Gebiete der Warmeausnutzung, der Verbrennungsmotore und Metall Flugzeuge" verliehen am 13. Dezember 1930

Digitized by Google

Für die Pflege des Andenkens an Werner von Siemens, dem ja die gesamte Stiftung gewidmet ist, ist auch noch ein eigens für die Stiftung vom Kunstmaler Hanns Anker im Jahre 1928 gefertigter Kupferstich bestimmt, der an sämtlichen Technischen Hochschulen Deutschlands denjenigen Absolventen der Elektrotechnik verliehen wird, die ihre Diplom-Hauptprüfung „mit Auszeichnung" bestanden haben. Das Werner v. Siemens-Bild wurde bisher neunmal verliehen.

Neben diesen unmittelbar Werner v. Siemens zugedachten Ehrungen hat die Siemens-Ring-Stiftung noch folgende ausgeführt:

Ludwig Franzius

geb. 1. 3. 1832 in Wittmund
gest. 23. 6. 1903 in Bremen
Altmeister d. Wasserbaues

Franzius'-Plakette

Sie wurde von 1923 bis 1928 an den Technischen Hochschulen Hannover und Berlin und seit 1928 an sämtlichen Technischen Hochschulen Deutschlands verliehen (insgesamt bisher siebenmal), und zwar an Absolventen des Wasserbaufaches, die ihre Diplom-Hauptprüfung „mit Auszeichnung" bestanden haben.

Franzius-Biographie

von G. de Thierry.
Berlin 1928, VDI-Verlag, in:
Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte.

Digitized by Google

Ernst Abbe
geb. 23. 1. 1840 in Eisenach
gest. 14. 1. 1905 in Jena
Wissenschaftl. Begründer der neuzeitlichen Optik

Abbe-Biographie
von Felix Auerbach.
Leipzig 1919, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.

Josef von Fraunhofer
geb. 6. 3. 1787 in Straubing
gest. 7. 6. 1826 in München
Begründer der modernen Optik

Fraunhofer-Biographie
von J. Zenneck
Berlin 1926: VDI-Verlag in: Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte

Chr. P. Wilhelm Beuth
geb. 28. 12. 1781 in Cleve
gest. 27. 9. 1853 in Berlin
Begründer des technischen Schulwesens in Preußen
Gründer des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes

Beuth-Biographie
von H. J. Straube.
Berlin 1930, VDI-Verlag in: Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte.

Die oben genannten Lebensbeschreibungen sind von der Siemens-Ring-Stiftung kostenlos in Tausenden von Exemplaren an Schüler der Mittel- und Volksschulen verteilt worden. In gleicher Weise

Digitized by Google

wurden schon viele hundert gerahmte und mit einer Widmung versehene Bilder von berühmten Männern der Technik Volks- und Mittelschulen für die Ausschmückung der Klassenzimmer geschenkt. An die Büchereien dieser Schulen wurden kostenlos auch die gesammelten Bände der Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums gegeben.

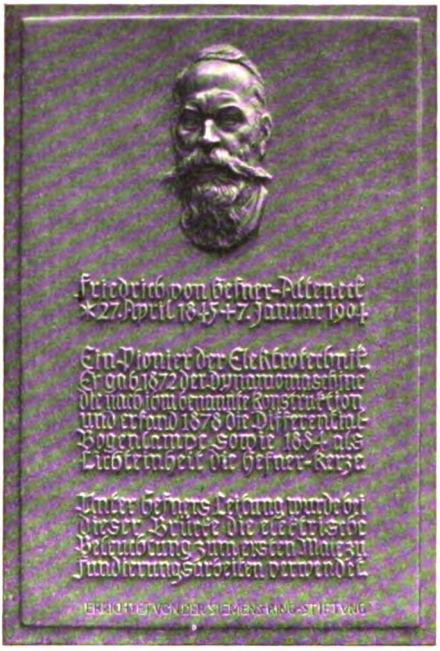
August Wilhelm von Hofmann
geb. 8. 4. 1818 in Gießen
gest. 5. 5. 1892 in Berlin
Erforscher des Anilin und der Anilinfarben

Marmordenkmal am Elternhaus Hofmanns in Gießen von K. Baur
Einweihung: 8. 7. 1918

Heinrich Gerber
geb. 18. 11. 1832 in Hof/Bayern
gest. 3. 1. 1912 in München
Altmeister deutscher Eisenbaukunst

Fünf Reliefbildnisse (Entwurf: Prof. E. Kurz), an hervorragenden Bauten angebracht (Hauptbahnhof München, Technische Hochschule München, Brücken in Bamberg, Mannheim und Haßfurt), Feier am 17. 7. 1921 beim Werk Gustavsburg der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G.

Digitized by Google



Friedrich von Hefner-Alteneck
geb. 27. 4. 1845
in Aschaffenburg
gest. 7. 1. 1904
in Biesdorf b. Berlin.
Pionier der Elektrotechnik, großer Elektrophysiker und Erfinder

Gedenktafel an der Hefner-Alteneck-Straße in München. Entwurf: Akademie-Professor Killer.
Übergabe und Einweihung: 14. 9. 1929.

In Vorbereitung ist die Aufstellung eines Denkmals für Otto und Langen in Köln. Das Denkmal, das die erste atmosphärische Gasmaschine darstellt, wird anläßlich der 75. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure am 26. Juni 1931 der Öffentlichkeit übergeben.

Auf Anregung der Siemens-Ring-Stiftung wurden weiterhin die bestehenden Denkmäler an der Potsdamer Brücke von

Karl Friedrich Gauß, Hermann von Helmholtz,
Werner von Siemens, W. C. Röntgen

mit entsprechenden Inschriften versehen.

Berlin, im Dezember 1930

Der Vorsitzende der Siemens-Ring-Stiftung:
Paaschen,
Präsident der Physikalisch Technischen Reichsanstalt.

Digitized by Google

Ein prächtiger Führer
durch die Schätze des Deutschen Museums

Zweite, neubearbeitete und ergänzte Auflage!

Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von CONRAD MATSCHOSS

Die Neuauflage des von der Presse glänzend beurteilten Werkes bietet in zahlreichen Aufsätzen eine umfassende Übersicht über die Sammlungen des Deutschen Museums in München und ist dadurch gleichzeitig ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk über die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften. Viele gute Abbildungen erleichtern das Verständnis der einzelnen Beiträge und machen ihre Lektüre genußreich. Allen an der technischen Entwicklung Interessierten wird dieses Buch wieder ein willkommener Führer sein, nachdem durch Neubearbeitung dem jetzigen Stand der Sammlungen des Museums Rechnung getragen worden ist.

Format DIN A 4, VI/386 Seiten mit 330 Abbildungen und 59 Bildnissen auf Kunstdruckpapier. 1929. Ganzleinenband mit Goldprägung RM 20.— (VDI-Mitglieder RM 18.—).

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN
R. OLDENBOURG / MÜNCHEN

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: Von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: V. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft.
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Weiter sind vorgesehen:

Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und Eberhardt, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffe.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.— (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Für Mitglieder des Deutschen Museums im Mitgliederbeitrag eingeschlossen. Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich.
Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Triasdruck GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Bad
Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und technik

RÖNTGENSTRAHLEN UND STRUKTUR DER MATERIE

VON

H. KULENKAMPFF

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1936
LIBRARY

1931
VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 2

RÖNTGENSTRAHLEN UND STRUKTUR DER MATERIE

VON

H. KULENKAMPFF

1 9 · 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Inhaltverzeichnis

Seite

Einleitung 1
1. Natur der Röntgenstrahlen 3
2. Materialdurchleuchtung mit Röntgenstrahlen 9
3. Interferenz der Röntgenstrahlen 15
4. Struktur von Kristallen und kristallinen Stoffen 26
5. Bau und Anordnung von Molekülen 34
6. Röntgenspektren und chemische Analyse 40

Digitized by Google

Röntgenstrahlen und Struktur der Materie

Von Helmuth Kulenkampff, München.

Einleitung

Wir sind stets rings umgeben von Materie aller Art; jeder Gegenstand, den wir zur Hand nehmen, birgt Geheimnisse in seinem Innern. Aber wieviele Menschen gibt es, die sich einmal die Frage vorlegen: Was ist Materie, woraus besteht sie, wie ist sie aufgebaut, wie sieht ein Körper, an dem wir nur die äußeren Formen sehen und fühlen können, im Innern denn eigentlich aus? Wo beim Nachdenken solche Fragen auftauchen, da stellt sich auch der Wunsch ein, eine Antwort zu finden, der Drang nach Erkenntnis der uns umgebenden Natur.

Lange Jahrhunderte haben sich mehr philosophierend mit Problemen solcher Art beschäftigt und erst langsam, Schritt für Schritt, haben immer verfeinerte Experimente zu genauen, auf Beobachtungstatsachen begründeten Kenntnissen geführt. Lange fehlte es auch an geeigneten Methoden zur Beobachtung, denn das, was unsere Sinne uns vermitteln, reicht niemals aus, um die innere Struktur irgend eines Körpers zu untersuchen.

Im November 1895 berichtete Wilhelm Conrad Röntgen in einer Sitzung der Würzburger Medizinisch-Physikalischen Gesellschaft über eine neue, von ihm entdeckte Art von Strahlen. Die auffälligste Eigenschaft dieser Strahlen, die die Aufmerksamkeit weitester Kreise erwecken mußte, war die Fähigkeit, Körper zu durchdringen, die für das menschliche Auge undurchsichtig sind. Jeder kennt heute das große Anwendungsgebiet der Röntgenstrahlen in der medizinischen Diagnostik, die Durchleuchtung des lebenden menschlichen Körpers, die uns alle Einzelheiten im Innern erkennen läßt. Darüber hinaus aber kann man ohne Übertreibung sagen, daß mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen eine neue Epoche der physikalischen Forschung begonnen hat: sie erlauben nicht nur, im Groben den inneren Bau eines Körpers zu zeigen, sie haben sich auch als das vorzüglichste Hilfsmittel erwiesen, die Feinstruktur in allen Einzelheiten zu erforschen. Wir verdanken den Röntgenstrahlen weitgehende Kenntnisse über die Bausteine der Materie, die Atome, über ihre regelmäßige Anordnung im Kristall, über die kristalline Struktur der groben Materie.

Digitized by Google

Die Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen ist nicht nur für den Mediziner von Bedeutung, auch der Techniker interessiert sich für die innere Beschaffenheit etwa eines Eisengußstückes. Es kann für die Festigkeit eines Maschinenteiles von größter Bedeutung sein, wenn die Möglichkeit besteht, noch am fertigen Werkstück zu prüfen, ob es nicht durch innere Hohlräume, Gußfehler, unzulässig geschwächt ist, ob, in anderen Fällen, vielleicht störende fremde Einschlüsse vorhanden sind oder ob bei einer Legierung aus verschiedenen Metallen eine gleichmäßige Verteilung erreicht wurde.

Die weitere Forschung nach dem atomistischen Aufbau der Materie entspringt zunächst dem reinen Drang nach Naturerkenntnis, der nicht nach weiteren Zwecken fragt. Schon im Altertum hat Demokrit gelehrt, daß die Materie aus Atomen aufgebaut sei, aber seine Begründung war allein die philosophische Forderung nach letzten unteilbaren Einheiten. Heute wissen wir, daß die Atome durchaus real sind, allerdings nicht unteilbar, sondern selbst komplizierte Gebilde. Wir können, nach zahlreichen verschiedenen Methoden, ihre Anzahl in irgend einem Körper genau angeben; 1 g Silber enthält z. B. rund 6000 Trillionen Atome. Es ist allerdings schwer, sich von dieser Zahl eine richtige Vorstellung zu machen; denken wir uns jedes Atom stark vergrößert als eine Kugel von 1 mm Durchmesser, so können wir mit 6000 Trillionen solcher Kugeln ein Gebiet von etwa 40 000 Quadratkilometern 100 Meter hoch überschichten. Es mag kühn erscheinen, unter diesen Umständen noch nach Einzelheiten des Aufbaus aus Atomen zu fragen.

Eine große Reihe von festen Körpern treten uns in der Natur in regelmäßigen geometrischen Formen, als Kristalle, entgegen. Die Regelmäßigkeit kann dabei im einzelnen recht verschiedener Art sein. Den höchsten Grad räumlicher Symmetrie stellt ein Würfel dar, auch dann noch, wenn als äußere Begrenzungsflächen nicht die 6 Seiten eines Würfels auftreten. Durch gleichmäßiges und symmetrisches Abschneiden der 8 Ecken des Würfels kann aus ihm ein Oktaeder entstehen, durch Begrenzungsflächen, die den Kanten des Würfels parallel liegen, ein Dodekaeder, ein Körper mit 12 Flächen; ebenso können diese und andere Formen auch nebeneinander auftreten. Statt der hohen Symmetrie eines Würfels kann eine Rechteckform zugrunde liegen, ein Sechseck, ein schiefwinkliges Rhomboeder und manche andere; das Charakteristikum eines Kristalles bleibt stets die geometrische Regelmäßigkeit seiner äußeren Formen.

Hinzu kommt die Tatsache, daß ein Kristall sich besonders leicht längs einfacher geometrischer Ebenen spalten läßt und daß auch bei beliebig fortgesetzter Verkleinerung die Kristallform und die damit verbundene Regelmäßigkeit erhalten bleibt. Man hat schon früh hieraus mit Recht geschlossen, daß letzten Endes schon die Atome eine solche

Digitized by Google

regelmäßige Anordnung besitzen und daß der große Kristall eben durch die fortgesetzte Aneinanderreihung solcher regelmäßiger Elementarbereiche entsteht.

Aber eine solche Vorstellung mußte lange Hypothese bleiben und erst die Röntgenstrahlen haben gezeigt, daß es in der Tat so ist. Sie haben weiter gelehrt, daß auch solche Körper, bei denen eine Kristallform äußerlich nicht ohne weiteres erkennbar ist, bestimmte Kristallstruktur besitzen, ja, daß dies eine so allgemeine Eigenschaft der festen Körper ist, daß man im Sinne einer strengen physikalischen Definition nur diejenigen Stoffe als feste Körper bezeichnen sollte, die Kristalle sind. Allerdings nicht für anschauliche Begriffe; da gibt es doch auch manche feste Körper, bei denen gerade durch die Untersuchung mit Röntgenstrahlen festgestellt ist, daß bei ihnen eine Regelmäßigkeit des Aufbaues nicht vorhanden ist. Eine solche Substanz ist z. B. Glas, und es ist wenig schön, daß ausgerechnet geschliffenes Glas landläufig als „Kristall" bezeichnet wird.

Es hat sich im Laufe der letzten Jahre mehr und mehr gezeigt, daß auch feinere Kenntnisse dieser Art für technische Fragen von Interesse sind. Die Kristallstruktur aller Werkstoffe ist wesentlich für ihre Eigenschaften, und man hat gelernt, die Veränderungen, die z. B. bei der Bearbeitung von Metallen, beim Walzen von Blechen, beim Ausglühen und dergleichen, auftreten, ihrer Natur und Ursache nach aus Veränderungen der kristallinen Struktur zu verstehen.

Wenn wir im folgenden versuchen, etwas näher einzudringen in die Geheimnisse, die auch das unscheinbarste Stückchen Materie umschließt, so müssen wir uns bewußt sein, daß es nur ein flüchtiger Blick sein kann; wir wollen dabei im Auge behalten, daß in erster Linie die grundlegenden physikalischen Erkenntnisse von Bedeutung sind. Spezielle Einzelheiten gibt es gar zu viele und sie würden mehr verwirren als einem Überblick förderlich sein. Und auch die praktische Verwendung so mancher dieser Erkenntnisse soll für uns erst in zweiter Linie von Bedeutung sein; denn sie kann den jeweiligen Anforderungen entsprechend sehr vielgestaltig sein und sich von Jahr zu Jahr verändern. Die einfachen Tatsachen aber bleiben bestehen.

1. Natur der Röntgenstrahlen

Der ordnungsliebende Mensch ist stets bestrebt, die Dinge, mit denen er sich beschäftigt, zu rubrizieren. So wird es nützlich sein, den Röntgenstrahlen zunächst ihren richtigen Platz im Gesamtgebiet der Strahlungserscheinungen anzuweisen.

Man pflegt in der Physik zwei große Gruppen von Strahlungen zu unterscheiden. Das Wesen der einen, der „Korpuskularstrahlung",

Digitized by Google

ist das, daß von der Strahlungsquelle kleinste Teilchen, Korpuskeln in allgemeiner Bezeichnung, ausgesandt werden und beim Auftreffen an anderer Stelle sich als Wirkung der Strahlung bemerkbar machen. Hier kann noch verschieden sein einmal die Art der Korpuskeln; es können dies einfache Atome sein, elektrisch neutrale oder geladene. Die von radioaktiven Substanzen ausgesandten α-Strahlen z. B. sind elektrisch geladene Heliumatome. Es können auch Elektronen, die elementaren Bestandteile der negativen Elektrizität sein, die als β-Strahlen ebenfalls von radioaktiven Substanzen ausgesandt werden oder als Kathodenstrahlen leicht im Laboratorium erzeugt werden können. Weiter können sich Korpuskularstrahlen unterscheiden durch die Geschwindigkeit, mit der die Teilchen sich von der Strahlungsquelle fortbewegen. Sie kann bei Strahlen einfacher Atome einige hundert bis tausend Meter in der Sekunde betragen und erreicht bei den α-Strahlen Werte von einigen tausend bis zehntausend Kilometer in der Sekunde. Wir können Kathodenstrahlen von etwa den gleichen Geschwindigkeiten erzeugen und haben in den β-Strahlen Elektronen, deren Geschwindigkeiten bis nahe an die des Lichtes mit 300 000 Kilometer in der Sekunde heranreichen.

Von solchen Korpuskularstrahlen wesensverschieden ist die zweite Art von Strahlung, die „elektromagnetische Wellenstrahlung". Hier sind es keine materiellen Teilchen, die als Strahlung vom einen Ort zum anderen fliegen. Das Wesen einer Wellenstrahlung mag man sich grob veranschaulichen an dem Bilde, das sich zeigt, wenn man einen Stein in ruhiges Wasser wirft: von der Mitte breiten sich in immer größeren konzentrischen Kreisen Wellen aus und pflanzen sich fort, bis sie das Ufer erreichen. Das Wasser aber strömt nicht in dieser Richtung, sondern führt an jeder Stelle nur die gleichmäßige Auf- und Abwärtsbewegung der Wellen aus. Was von der Mitte zum Ufer sich fortpflanzt, ist nicht etwas materielles, sondern der Schwingungszustand der Bewegung.

Mit den elektromagnetischen Wellen ist es ähnlich bestellt. Was aber führt hier die Wellenbewegung aus, was entspricht dem Wasser als Träger der Wellen? Das menschliche Bedürfnis nach Anschaulichkeit hat in früheren Zeiten dazu geführt, als solchen Träger einen hypothetischen Lichtäther zu konstruieren, der auch den leeren Raum erfüllen sollte. Es ist jetzt experimentell erwiesen, daß ein solcher Äther nicht existiert, und abgesehen von den Schwächen menschlichen Vorstellungsvermögens muß auch zugegeben werden, daß seine Annahme überflüssig ist. Das Wesen elektromagnetischer Strahlungen läßt sich nicht grob mechanisch verstehen; wir wissen lediglich, daß Eigenschaften und Ausbreitung solcher Strahlung sich beschreiben lassen als eine Wellenerscheinung, deren Gesetze durch einfache mathematische Gleichungen formuliert werden können.

Digitized by Google

Wer dies im Auge behält, wird nicht in irrtümliche Vorstellungen verfallen, wenn wir zur Erleichterung des Denkens doch an grob mechanische Bilder anknüpfen.

Wir haben oben gesehen, daß eine Korpuskularstrahlung zu charakterisieren ist durch die Art der Korpuskeln und die Geschwindigkeit, mit der sie sich bewegen. Die Wasserwellen zeigen unmittelbar, welche Größen die spezielle Natur einer Wellenstrahlung bestimmen. Wir sehen abwechselnd Wellenberge und Wellentäler und können so als erste wichtige Größe die Länge einer Welle bestimmen. Man bezeichnet als Wellenlänge den Abstand je zweier Wellenberge. Als zweite Größe ergibt sich wiederum die Fortpflanzungsgeschwindigkeit als die Geschwindigkeit, mit der eine jede Welle vom Zentrum fortwandert. Beide zusammen bestimmen eine dritte Größe, die auch unmittelbar beobachtbar ist; die Anzahl Schwingungen, die eine bestimmte Stelle pro Sekunde ausführt, die Schwingungszahl oder Frequenz; das Produkt aus Frequenz und Wellenlänge ist stets gleich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen.

Während die Geschwindigkeit bei Korpuskeln alle möglichen Werte haben konnte, ist es ein Charakteristikum aller elektromagnetischen Wellen, daß ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch den leeren Raum stets die gleiche ist, nämlich 300 000 km in der Sekunde. Verschieden kann nur die Wellenlänge sein, oder, was damit gleichbedeutend ist, die Frequenz der Schwingungen. Dies ist also auch die einzige Größe, die zur vollständigen Rubrizierung ausreicht.

Eine Wellenstrahlung dieser Art ist das Licht, das wir mit unseren Augen wahrnehmen. Man kennt seit langem die Wellenlänge dieser Strahlung; sie ist nicht eine fest bestimmte Größe, sondern verschieden für die verschiedenen Farben des Lichtes und variiert von etwa acht zehntausendstel Millimeter für rotes Licht über gelb, grün und blau hin bis zu etwa vier zehntausendstel Millimeter für violettes Licht. Die Schreibweise ist so allerdings noch ein wenig unbequem und man benutzt besser eine andere Längeneinheit, die sogenannte Ångström-Einheit (A. E.), die gleich ein zehnmillionstel Millimeter ist; dann bekommt man für die Wellenlängen des sichtbaren Lichtes Werte, die zwischen 8000 und 4000 Ångström-Einheiten liegen.

Diese obere und untere Grenze der Wellenlänge ist in keiner Weise durch die Natur des Lichtes gegeben, sondern allein durch das menschliche Auge. Das Gesamtgebiet der elektromagnetischen Strahlungen umfaßt Wellenlängen, die sich nach beiden Seiten weiter fast bis ins Ungemessene erstrecken. Jenseits der sichtbaren Grenze bei 8000 Ångström-Einheiten schließt das Gebiet der ultraroten und Wärmestrahlen an, die wir zwar nicht sehen, aber doch als Wärme fühlen können. Es ist schwer, hier nach der anderen Seite wieder eine Grenze zu ziehen; man mag sie vielleicht bei Wellenlängen von etwa $^1/_{10}$ Milli-

Digitized by Google

meter ansetzen. Aber weiter darüber hinaus folgt ein neues großes Gebiet, das der elektrischen Wellen in der drahtlosen Telegraphie und Telephonie; die Wellenlängen reichen hier bis hinauf zu mehreren Kilometern und andererseits bei den sogenannten Kurzwellen wieder herunter auf einige Meter oder Zentimeter, letzten Endes sogar bis in das Gebiet der Wärmestrahlen hinein. — Auf der anderen Seite schließt sich an das sichtbare Gebiet das der ultravioletten Strahlen an, bekannt durch natürliche und künstliche Höhensonne, ihm schließen sich an die Röntgenstrahlen und diesen weiter die von radioaktiven Substanzen ausgesandten γ-Strahlen, deren Wellenlängen nur noch einige Hundertstel bis Tausendstel einer Angström-Einheit betragen. Alle Benennungen und Abgrenzungen sind wenig scharf und definiert, und wenn wir auch aus praktischen Gründen bemüht sind, Unterteilungen zu machen, so kennt eben die Natur solche nicht.

Die Röntgenstrahlen sind nun soeben in unserer Aufzählung scheinbar ganz nebensächlich auf den Plan getreten, und es war das auch

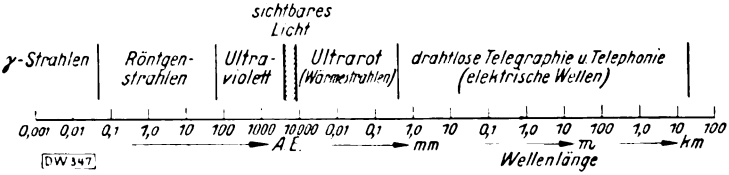


Abb. 1. Einordnung der Röntgenstrahlen in das Gesamtgebiet der elektromagnetischen Wellen

beabsichtigt, um recht deutlich zu zeigen, daß sie ihrem Wesen nach nur als kleiner und nicht besonders ausgezeichneter Teil zur großen Gemeinschaft der elektromagnetischen Wellenstrahlung gehören. Damit ist ihnen ihr richtiger Platz angewiesen; er ist mit einem Blick aus Abb. 1 zu ersehen, in der noch einmal in schematischer Zeichnung die verschiedenen Strahlungsgruppen dargestellt sind. Nur den Wellenlängenbereich der Röntgenstrahlen müssen wir zahlenmäßig noch etwas näher angeben. Auch er ist nicht scharf, durch keine Naturgesetze vorgeschrieben, und es ist vielfach Geschmackssache, ob man bestimmte Wellenlängen z. B. noch als ultraviolette oder als Röntgenstrahlen bezeichnen will. Das Gebiet, das praktisch in Betracht kommt, erstreckt sich etwa von der Größe $^1/_{10}$ bis zu einigen Angstrom Einheiten.

Trotz der engen Verwandtschaft aller dieser Strahlungen, die sich einzig und allein durch die verschiedene Größe ihrer Wellenlänge unterscheiden, sind sie in ihren sonstigen Eigenschaften und Wirkungen doch grundverschieden. Es ist ein großer Erfolg des Strebens nach einheitlicher Darstellung in der Naturauffassung, daß es gelungen

Digitized by Google

ist, trotzdem diese Verwandtschaft aufzufinden. Was die Röntgenstrahlen auszeichnet, ist die Größe — oder besser die Kleinheit — ihrer Wellenlänge; sie ist von ganz ähnlicher Größe wie die Größe der Atome und ihr gegenseitiger Abstand in den Kristallen, und es ist allgemein gerade diese Tatsache, welche den Röntgenstrahlen ihre Vorzugsstellung verleiht für die Erforschung der Struktur der Materie.

Wir müssen hier eine kurze Bemerkung einschalten, wenn sie auch etwas über den Rahmen dieser Schrift hinausführt. Die scharfe Trennung in die beiden Gruppen der Korpuskularstrahlen und der Wellenstrahlen, die wir oben der Einordnung der Röntgenstrahlen vorangestellt hatten, ist hier zweckmäßig für eine erste Übersicht; man glaubte auch noch vor wenigen Jahren, damit befriedigend die physikalische Natur der Strahlungen beschreiben zu können. Aber es waren doch seit längerer Zeit besondere Erscheinungen bekannt, bei denen sich Licht- und Röntgenstrahlen ähnlich wie Korpuskeln verhalten, Erscheinungen allerdings, die wir bei den hier behandelten Fragen außer Acht lassen können. Die jüngste Entwicklung der Physik hat nun aber zu der äußerst interessanten Entdeckung geführt, daß die oben als bewegte materielle Teilchen beschriebenen Korpuskularstrahlen auch eine Wellennatur besitzen. Die scharfe begriffliche Trennung ist damit weitgehend verschwunden und dafür allgemein ein Dualismus in der Natur aller Strahlungen zu Tage getreten, dessen tieferes Verständnis noch große Schwierigkeiten bereitet.

Die Einordnung der Röntgenstrahlen wird durch diese neue Erkenntnis nicht berührt. Die Wellen, die mit der Bewegung materieller Teilchen verbunden sind, sind von ganz anderer Natur als die elektromagnetischen Wellen und insofern also immer noch scharf zu trennen von den im Schema der Abb. 1 zusammengefaßten Strahlungen. Die Tatsache aber, daß z. B. schnell fliegende Elektronen, die Kathodenstrahlen, eine Wellennatur besitzen, führt bei ihnen in mancher Beziehung zu den gleichen Erscheinungen, die bei Röntgenstrahlen beobachtet werden (vgl. Abschn. 3), so daß in letzter Zeit die Kathodenstrahlen sich ebenfalls zu einem wichtigen Hilfsmittel bei Untersuchungen über die kristalline Struktur der Materie und den Bau von Molekülen entwickelt haben. Dies darf nicht übersehen werden, wenn nun im folgenden nur von der Anwendung der Röntgenstrahlen die Rede sein wird.

Zuvor ist eine Frage noch kurz zu behandeln: wie können wir Röntgenstrahlen bekommen?

Sichtbare Lichtstrahlen liefert uns die Natur und auch die verschiedenen künstlichen Lichtquellen sind jedem bekannt. Auch Röntgenstrahlen kommen in der Natur vor, im Innern der Fixsterne vermöge der dort herrschenden hohen Temperaturen von mehreren Milli-

Digitized by Google

onen Grad. Aber auf der Erde sind wir völlig darauf angewiesen, sie künstlich zu erzeugen. Die einzige praktisch brauchbare Methode hierfür ist im Prinzip die gleiche, die schon Röntgen zur Entdeckung der Strahlen führte.

Sie beruht auf der Tatsache, daß Röntgenstrahlen stets dann entstehen, wenn Kathodenstrahlen auf Materie auftreffen. Die Kathodenstrahlen ihrerseits sind, wie oben erwähnt wurde, Korpuskularstrahlen, schnell fliegende Elektronen, und das Problem der Erzeugung von Röntgenstrahlen führt also zurück auf zwei Dinge: Eine Elektronenquelle und eine hohe elektrische Spannung, durch welche den Elektronen die nötige Geschwindigkeit gegeben werden kann.

Man kann dies erreichen durch eine elektrische Entladung in einer Röhre, die mit einem Gas von sehr niedrigem Druck gefüllt ist. Es ist das die Methode, die Röntgen verwandte; sie blieb auch weiter lange Zeit die einzige. Jetzt ist man aber fast ausschließlich dazu

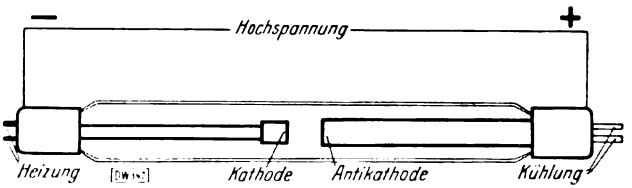


Abb. 2. Schema einer Glühkathoden-Röntgenröhre

übergegangen, als Elektronenquelle einen glühenden Draht zu verwenden; ein solcher sendet reichlich und in leicht regulierbarem Maße Elektronen aus. Er bildet die Kathode der Röntgenröhre, die jetzt kein Gas mehr enthält, sondern vollständig evakuiert ist. Der Kathode gegenüber befindet sich die Antikathode, im Grunde genommen nur eine Metallplatte, auf die die Kathodenstrahlen auftreffen. Hier entstehen dann die Röntgenstrahlen und breiten sich von dieser Stelle aus gleichmäßig nach allen Seiten aus.

Das einfache Schema einer solchen Röntgenröhre ist in Abb. 2 gezeichnet. Links befindet sich die Kathode, deren Draht zweckmäßig durch einen besonderen elektrischen Strom geglüht wird, rechts die Antikathode; an beide sind die Pole der elektrischen Hochspannung angeschlossen. Die Antikathode bedarf einer besonderen Kühlung, am besten mittels durchfließenden Wassers, da der größte Teil der zugeführten Energie in Wärme umgesetzt wird. Weniger als 1 Proz. nur tritt als Röntgenstrahlung in Erscheinung. Es mag das dem Menschen unserer Zeit recht unwirtschaftlich erscheinen, aber der Wirkungsgrad läßt sich durch kein Mittel verbessern, da er durch die Natur des Entstehungsprozesses der Röntgenstrahlen gegeben ist.

Digitized by Google

Im einzelnen können die Ausführungsformen von Röntgenröhren sehr verschieden sein; verschieden ist auch die Höhe der elektrischen Spannung, die zum Betriebe nötig ist. Es können Spannungen von 20 000 Volt ausreichen, es können aber auch 200 000 Volt erforderlich sein. Auf beiden Gebieten, dem Bau von Röntgenröhren und von Hochspannungsanlagen, hat die technische Entwicklung seit Röntgens Zeiten ungeahnte Fortschritte gemacht[1]) und es ließe sich gerade auf diesem Gebiete viel schreiben über die gegenseitige Befruchtung zwischen Physik und Technik. Die modernen Einrichtungen machen es möglich, Untersuchungen in Minuten auszuführen, die früher Stunden oder Tage beanspruchten; manche Probleme können heute in Angriff genommen werden, deren Bewältigung früher wegen technischer Schwierigkeiten aussichtslos erscheinen mußte.

Es bleibt noch ein Wort darüber zu sagen, wie wir denn Röntgenstrahlen beobachten können, da doch die Natur uns nicht mit einem geeigneten Sinnesorgan ausgestattet hat. Es ist bekannt, daß man den direkten Anblick eines Gegenstandes auch ersetzen kann durch eine Photographie, und es ist eine erfreuliche Tatsache, daß ebenso wie das sichtbare Licht auch die Röntgenstrahlen die Fähigkeit haben, eine photographische Platte zu schwärzen. Hiervon macht man weitgehend Gebrauch, und gerade für die Probleme, die uns hier beschäftigen sollen, ist meist die Photographie des Röntgenstrahl-Bildes die einfachste und beste Methode. In einfachen Fällen kann man sich eine andere Eigenschaft der Röntgenstrahlen zunutze machen: es gibt eine Reihe von Substanzen, die sichtbares Licht aussenden, wenn sie von Röntgenstrahlen getroffen werden; eine solche Beobachtung war es, die Röntgen zur Entdeckung der Strahlen führte. Man kann eine solche Substanz etwa auf einen Pappkarton auftragen und sieht dann diesen Schirm an den Stellen aufleuchten, an denen er von Röntgenstrahlen getroffen wird.

Es gibt weitere Methoden, mit denen man Röntgenstrahlen beobachten und auch exakte Messungen an ihnen ausführen kann; aber wir wollen hier nicht mehr sagen, als zum Verständnis unbedingt erforderlich ist.

2. Materialdurchleuchtung mit Röntgenstrahlen

Die auffälligste Eigenschaft der Röntgenstrahlen ist vielleicht die, daß sie undurchsichtige Körper zu durchdringen vermögen.

Dazu ist allerdings zweierlei zu bemerken. Einmal kann ein solcher Satz nur niedergeschrieben werden vom Standpunkt menschlicher Beschränkungen; denn die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen

[1]) Das Deutsche Museum besitzt eine einzigartige Sammlung von Röntgenröhren, welche — von den Originalröhren Röntgens bis zu den modernsten Konstruktionen — die Entwicklung dieser Technik besonders eindrucksvoll zeigt.

Digitized by Google

würde uns kaum als etwas besonderes auffallen, wenn wir sie mit unseren Augen sehen könnten. Auf der anderen Seite ist festzustellen, daß ganz allgemein nicht von durchsichtig oder undurchsichtig gesprochen werden kann; für keine Wellenlänge der Strahlung ist irgend eine Substanz wirklich vollständig durchlässig in dem Sinne, daß auf der Rückseite exakt soviel Strahlung wieder herauskommt wie auf die Vorderseite auffällt. Stets ist die austretende Strahlung etwas schwächer, ein Teil wird in der Substanz absorbiert. Der absorbierte Teil kann allerdings verschieden sein: er kann unmeßbar klein (aber niemals null!) sein, er kann auch in anderen Fällen so groß sein, daß überhaupt keine meßbare Strahlung mehr herauskommt. Wovon man sprechen kann, ist also der Grad der Durchlässigkeit eines Körpers für eine Strahlung einer bestimmten Wellenlänge, und dieser wieder wird von der Dicke der durchstrahlten Schicht abhängen. Da jeder Teil einer Schicht nur einen Bruchteil der auffallenden Strahlung hindurchtreten läßt, so überlegt man sich leicht, daß die Durchlässigkeit bei größeren Schichtdicken immer geringer wird, daß aber auch eine genügend dünne Schicht einer jeden Substanz für irgend eine Strahlung fast vollständig durchlässig sein wird.

Der Grad der Durchlässigkeit gegenüber sichtbarem Licht ist für verschiedene Substanzen von allergrößter Mannigfaltigkeit; wir wissen hier aus täglicher Erfahrung, wie es in jedem einzelnen Falle bestellt ist, aber es ist sehr schwer, allgemeine Gesetzmäßigkeiten dafür anzugeben. Schon geringste Änderungen des physikalischen oder chemischen Zustandes eines Materials können die Durchlässigkeit vollständig verändern. Ähnlich ist es für die beiderseits anschließenden Wellenlängengebiete, und die Sonderstellung der Röntgenstrahlen läßt sich gerade darauf zurückführen, daß im Gegensatz dazu bei ihnen äußerst einfache Gesetzmäßigkeiten bestehen.

Es kommt für das Durchdringungsvermögen der Röntgenstrahlen nicht darauf an, ob eine Substanz fest oder flüssig ist, ob sie — man denke etwa an Glas — als feste homogene Schicht oder als feines Pulver vorliegt; es kommt ebenso wenig darauf an, in welcher speziellen chemischen Verbindung die Elemente vorhanden sind, aus welchen die Substanz besteht. Es ist gleichgültig, um ein einfaches Beispiel zu nennen, ob wir eine für gewöhnliches Licht undurchlässige Silberplatte und einen Glastrog mit klar durchsichtiger Salpetersäure hintereinander in den Weg der Röntgenstrahlen bringen oder ob wir die gleiche Silberplatte in der Säure zu durchsichtigem Silbernitrat lösen: die Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen wird dabei um nichts geändert. Es kommt allein an auf Art und Menge der chemischen Elemente, welche die Röntgenstrahlen zu durchdringen haben, und nicht, um es kurz zusammenzufassen, auf irgendwelche Besonderheiten des physikalischen oder chemischen Zustandes.

Digitized by Google

Zwei einfache Gesetzmäßigkeiten bleiben übrig: die Art des chemischen Elementes äußert sich dergestalt, daß die Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen um so geringer wird, je schwerer das Element ist. Maßgebend ist hierfür angenähert das chemische Atomgewicht, genauer die Nummer (Ordnungszahl), welche das Element in der bekannten Reihe des periodischen Systems der Elemente erhält. Besteht die Substanz aus mehreren Elementen, so ist die Absorption einfach als Summe dessen zu bestimmen, was von jedem einzelnen der Elemente absorbiert wird. Und zweitens hängt die Durchlässigkeit ab von der Wellenlänge der Röntgenstrahlen; sie wird allgemein um so größer, je kleiner die Wellenlänge ist.

Was passiert nun, wenn wir einen einfachen Gegenstand, etwa eine Metallplatte mit einem Loch darin, in den Weg der Strahlen stellen, die von der Antikathode unserer Röntgenröhre ausgehen? Sie können frei durch das Loch hindurchgehen, durch das Metall aber nur, je nach Material und Dicke der Platte, in geschwächtem Maße, und auf einer dahinter aufgestellten photographischen Platte wird eine Art Schattenbild des Gegenstandes aufgezeichnet werden. Allerdings kein Schattenbild, das nur Unterschiede von Schwarz und Weiß enthält, sondern ein Bild mit abgestuften Helligkeiten, entsprechend dem Betrage, um den die Röntgenstrahlen beim Durchgang durch die Substanz an der betreffenden Stelle geschwächt wurden.

Soweit würden wir nun nicht mehr erreichen, als uns schon unser Auge, und besser, zeigt. Aber da die Durchlässigkeit mit zunehmender Dicke der Schicht gleichmäßig abnimmt, ist nicht nur ein vollständiges Loch im Röntgen-Schattenbilde zu sehen, sondern ebenso ein Hohlraum ganz im Innern eines Gegenstandes; denn an dieser Stelle haben die Röntgenstrahlen eine entsprechend geringere Schichtdicke zu durchsetzen. Hierauf beruht die besonders wichtige Möglichkeit, mit Hilfe der Röntgenstrahlen Fehlstellen irgendwelcher Art im Innern von fertigen Werkstücken aufzufinden. Es läßt sich feststellen, ob etwa bei einem Metallguß Gasblasen im Innern eingeschlossen sind, welche die Festigkeit unter den berechneten Wert heruntersetzen würden und bei stark beanspruchten Teilen an Maschinen dann leicht zu einem Bruch führen können, ob beim Schweißen die Naht durch und durch fehlerfrei geworden ist oder ob bei späterer Bearbeitung, wie Ziehen von Drähten oder Walzen von Blechen, nicht innere Zerreißungen des Materials eingetreten sind.

Abb. 3 zeigt als ein Beispiel eine Aufnahme von einem Deckel aus Aluminiumguß, und zwar ist es ein Positivbild, d. h. die Stellen, an denen die Röntgenstrahlen stark durchgelassen wurden, erscheinen auch im Bilde hell. Man sieht an den zahlreichen weißen Flecken, vor allem im mittleren Teil, daß der Deckel zahlreiche Hohlräume im Innern haben muß; die Bestätigung ist in diesem Falle leicht zu

Digitized by Google

haben: Abb. 4 zeigt den gleichen Deckel auseinandergeschnitten in einer gewöhnlichen Photographie. Es wäre aber in der Praxis wenig zweckmäßig, wenn man erst durch Zerschneiden feststellen wollte, daß etwa ein Guß gerade besonders fehlerfrei gelungen war. In ähnlicher Weise zeigt Abb. 5 das Röntgenbild eines kreuzweise verschweißten Eisenbleches; man erkennt an den hellen Fäden längs der beiden Schweißnähte, daß diese Hohlräume enthalten müssen. Von welcher

Abb. 3
Röntgenbild eines Deckels aus Aluminiumguß

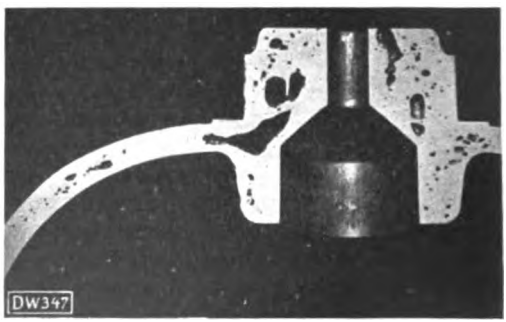


Abb. 4
Aluminiumdeckel, Abb. 3, auseinandergeschnitten

Art diese sind, zeigt deutlicher Abb. 6. Für diese Aufnahme wurde aus dem Blech ein Streifen herausgeschnitten und von der Seite mit Röntgenstrahlen durchleuchtet. Man erkennt die Art der Schweißung: die beiden Bleche sind mit abgeschrägten Kanten aneinander gesetzt und sodann wurde der Zwischenraum von oben mit Eisen ausgefüllt. Diese Füllung aber ist recht unsauber ausgefallen.

Die Herstellung solcher Aufnahmen ist nicht immer leicht und erfordert eine gute Beherrschung der Röntgentechnik. Vor allem muß die Wellenlänge der Röntgenstrahlen, oder wie man hier einfacher

Digitized by Google

sagt, ihre Härte, der Dicke des zu durchleuchtenden Stückes und dem Material angepaßt sein. Röntgenstrahlen von zu geringer Härte, also zu großer Wellenlänge, würden unter Umständen durch ein dickes Stück nur noch so schwach hindurchgehen, daß eine photographische Aufnahme nicht mehr zu erhalten ist, und andererseits kann die Durchlässigkeit eines leichten Materials wie Aluminium, für zu harte Röntgenstrahlen so groß sein, daß kleine Unterschiede im Bilde nicht mehr

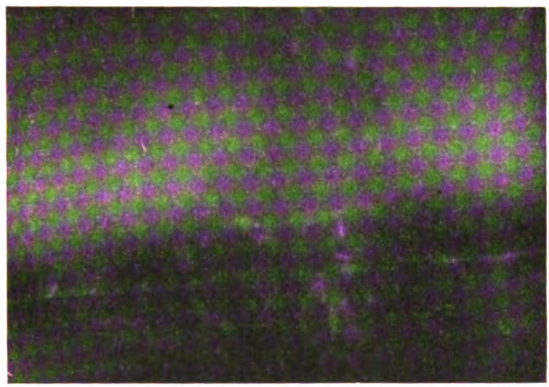


Abb. 5
Röntgenbild von kreuzweise verschweißtem Eisenblech, senkrecht durchleuchtet

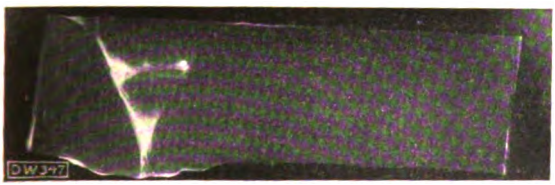


Abb. 6
Ausschnitt aus dem Blech, Abb. 5, von der Seite mit Röntgenstrahlen durchleuchtet

zu erkennen sind. Man kann die Härte der Röntgenstrahlen verändern durch die Höhe der Spannung, mit der die Röntgenröhre betrieben wird. Es werden nämlich stets Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlängen von einer Röhre ausgesandt, ein kontinuierliches Spektrum, das um so kleinere Wellenlängen enthält, je höher die verwendete Spannung ist.

Allerdings sind der praktischen Verwendung hier Grenzen gesetzt insofern, als es nicht möglich ist, Röntgenröhren mit Spannungen zu betreiben, die höher als etwa 200 000 Volt sind; es ist also auch nicht

Digitized by Google

möglich, eine bestimmte Härte der Röntgenstrahlen zu überschreiten, um noch beliebig dicke Materialschichten zu durchleuchten. Da, wie erwähnt, die leichten Elemente besser durchlässig sind, lassen sich Aluminiumteile noch in Dicken von einigen Dezimetern durchstrahlen, während bei Eisen und Kupfer die Grenze schon bei Schichten von 5 bis 6 cm liegt.

Auch die Kosten spielen vielfach eine wesentliche Rolle und beschränken in der Praxis die Durchleuchtungen wohl stets auf eine allgemeine Kontrolle des Produktionsganges an Hand von Stichproben oder die Untersuchung besonders wichtiger Teile in Ausnahmefällen. So mag hier erwähnt werden, daß besonders hoch beanspruchte Teile des Motors, den Köhl, Hünefeld und Fitzmaurice auf ihrem Amerikaflug seinerzeit verwendeten, vor dem Einbau mittels Röntgendurchleuchtung auf ihre Fehlerfreiheit untersucht worden sind.

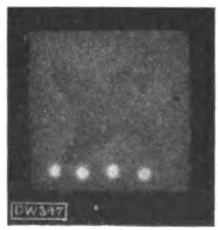


Abb. 7. Röntgendurchleuchtung einer Eisen-Wolframlegierung

Es brauchen nicht immer gleich Hohlräume und ähnliches zu sein, die man im Innern eines Körpers auffinden möchte. In gleicher Weise zeigen die Röntgenstrahlen auch Fremdkörper an, wieder vermöge der Erscheinung, daß die Durchlässigkeit für leichte und schwere Elemente verschieden ist. Je nachdem ein eingeschlossener Körper leichter oder schwerer als das umgebende Material ist, wird die Stelle im Röntgenbilde heller oder dunkler als die Umgebung erscheinen. Wir haben hier die Grundlage aller Durchleuchtungen in der medizinischen Diagnostik; die Knochen erscheinen ihres schwereren Materials wegen dunkler als die umgebenden Gewebeteile, in stärkerem Maße noch ein bei einer Schußverletzung eingedrungenes Geschoß. Auch innere Organe können dadurch leicht sichtbar gemacht werden, daß man ein schweres Element (Essen von Wismuthbrei) einführt.

Ähnliches kann auch bei technischen Materialien von Bedeutung sein. So werden z. B. bei der Deutschen Reichsbahn alte hölzerne Eisenbahnschwellen mit Röntgenstrahlen durchleuchtet, um festzustellen, ob etwa noch Teile von eisernen Nägeln oder Schrauben darin stecken, die gegebenenfalls die Holzbearbeitungsmaschinen schwer be-

Digitized by Google

schädigen könnten. Hier handelt es sich allerdings noch um grobe Fremdkörper und nichts, was mit der inneren Struktur des Materials in Zusammenhang steht. Interessanter in dieser Hinsicht können Untersuchungen von Metallegierungen sein, bei denen es wichtig ist festzustellen, ob eine gleichmäßige Durchmischung der beiden Metalle erreicht ist. Abb. 7 zeigt die Aufnahme eines Stahls, der zur Erzielung größerer Härte mit dem schwereren Metall Wolfram legiert ist und man sieht deutlich, daß hier die beiden verschieden stark absorbierenden Metalle nicht gleichmäßig verteilt sind.

Die Anwendungsbeispiele ließen sich noch reichlich vermehren. Sie zeigen stets, daß Inhomogenitäten der verschiedensten Art aufgefunden werden können und daß wir, wie in der Medizin, ein Material weitgehend auf seine innere „Gesundheit" prüfen können, ohne es zu zerstören. Aber wir müssen uns auch der Grenzen solcher Verfahren bewußt bleiben, wie sie oben schon angedeutet wurden, und wir dürfen nicht übersehen, daß mitunter auch das menschliche Auge allein mehr sieht. Man wird Glas nicht mit Röntgenstrahlen untersuchen; ja, es gibt Glassorten für spezielle Zwecke, die das schwere Element Blei enthalten und deshalb für Röntgenstrahlen fast undurchlässig sind. In einem solchen aber können wir die kleinste Ungleichmäßigkeit mit dem Auge leicht erkennen.

3. Interferenz der Röntgenstrahlen

Es sind noch recht grobe Dinge, die uns die Durchleuchtungen im Innern der Körper zeigen und wir bleiben hierbei noch weit entfernt von einer Erkenntnis über den Aufbau der Kristalle und die Lagerung einzelner Atome. Hier hilft nur eine ganz andere Methode weiter und es ist zu ihrem Verständnis leider erforderlich, zuvor etwas weiter auszuholen und einige schwierige Fragen zu berühren.

Ein Lichtstrahlenbündel geht durch klare Luft, auch auf große Entfernungen, praktisch unbeeinflußt hindurch; enthält aber die Luft Staubteilchen, Rauch, Wassertröpfchen (Nebel) oder etwas ähnliches, so beobachtet man nach allen Seiten hin ein allgemein diffuses Leuchten: das Licht wird an den eingelagerten Teilchen gestreut und aus seiner sonst unbehindert geraden Bahn abgelenkt. Man wird in einem solchen Falle von einer Trübung der Atmosphäre sprechen und es ist eine allgemeine Erscheinung aller Strahlungen, daß sie beim Durchgang durch trübe Medien gestreut werden. Auch die Röntgenstrahlen haben, wie schon Röntgen in seinen frühesten Untersuchungen feststellte, die gleiche Eigenschaft. Aber wir müssen sagen, daß für sie jede Substanz ein trübes Medium ist; denn es brauchen nicht Staubteilchen oder Wassertröpfchen zu sein, an denen sie gestreut werden, sondern hier wirken bereits die einzelnen Atome als streuende

Digitized by Google

Teilchen. Und solche sind ja notwendig in jeder Substanz vorhanden.

Man mag sich den Vorgang der Zerstreuung so veranschaulichen: die Röntgenwelle streicht über die Atome hinweg und erregt dabei etwas in ihnen zum Mitschwingen. Von einem jeden mitschwingenden Atom geht dann wieder eine neue Röntgenwelle aus, nach allen Richtungen des Raumes; dies ist die Streustrahlung.

Es war im Anfang schon davon die Rede, daß wir Grund zu der Annahme haben, daß die Atome in einem Kristall in ganz regelmäßiger Bauweise angeordnet sind. Ist dies der Fall, so werden auch die Schwingungen, zu denen sie erregt werden, in bestimmten regelmäßigem und unveränderlichem Rhythmus zueinander erfolgen, es bestehen feste Beziehungen zwischen den Streuwellen aller Atome eines Kristalls. Damit ist dann aber etwas sehr wichtiges und grundsätzliches gegeben: die Streuwellen breiten sich unter solchen Umständen nicht mehr gleichmäßig im Raume aus, sondern es gibt ganz bestimmte Richtungen, in denen sie sich gegenseitig aufheben und andere, in denen sie sich dafür verstärken.

Wir können die genaue mathematische Theorie dieser Erscheinung, die man allgemein als Interferenz bezeichnet, hier nicht entwickeln. Es sei nur darauf hingewiesen, daß die Fähigkeit, Interferenzen zu liefern, ein Charakteristikum aller der Strahlungen ist, denen wir eine Wellennatur zuschreiben. Ja, man muß sogar diese Aussage umkehren: was wir beobachten, ist stets nur die Interferenzerscheinung und die Wellennatur wird hieraus erst gefolgert. So war es denn auch die Tatsache, daß man bei Kathodenstrahlen Interferenzerscheinungen beobachtete, die zu der Auffassung führte, daß auch diese Strahlen eine Wellennatur besitzen müssen, wie oben in Abschnitt 1 erwähnt wurde. Und man mag, wenn wir auch hier im einzelnen nicht darauf eingehen können, sich vorstellen, wie auf Grund dieser gemeinsamen Eigenschaft die Kathodenstrahlen in ähnlicher Weise wie die Röntgenstrahlen bei Untersuchungen über den Bau der Materie von Nutzen sein können.

Nach dieser kleinen Abschweifung wollen wir zum Bilde einer Interferenzerscheinung zurückkehren; sie bewirkt, daß in der gestreuten Strahlung helle und dunkle Partien, Maxima und Minima der Intensität, auftreten, die in ihrer Verteilung ein Abbild von der Anordnung der zerstreuenden Teilchen geben. Abb. 8 soll das zunächst an einem einfachen optischen Beispiel illustrieren. Als streuendes Gebilde von regelmäßiger Struktur können wir in diesem Falle eines wählen, dessen Gestalt wir auch direkt mit dem Auge, allenfalls unter einem gewöhnlichen Mikroskop, erkennen können. Es ist hier ein einfaches Quadratnetz, ein Raster, wie es in der Reproduktionstechnik verwendet wird, mit einer Maschenweite von 0,25 mm; Abb. 8a zeigt es in etwa zwanzigfacher Vergrößerung. Läßt man einen Lichtstrahl

Digitized by Google

senkrecht durch ein solches Netz hindurchgehen, so wird ein Teil an den einzelnen Öffnungen des Gitters zerstreut — man spricht in diesem Falle von Beugung — und liefert ein Interferenzbild, von dem wir eine ähnliche Regelmäßigkeit erwarten dürfen wie sie das Drahtnetz besitzt.

Abb. 8 b gibt eine photographische Aufnahme der Interferenzfigur wieder[2]). Ganz in der Mitte ist der direkt durch das Gitter hindurchgehende Lichtstrahl zu sehen, darum herum aber nicht ein gleichmäßiger Schleier, wie er bei völlig diffuser Streuung des Lichtes zu erwarten wäre, sondern nur einzelne Interferenzflecke, während die übrigen Teile des Bildes kein zerstreutes Licht erhalten.

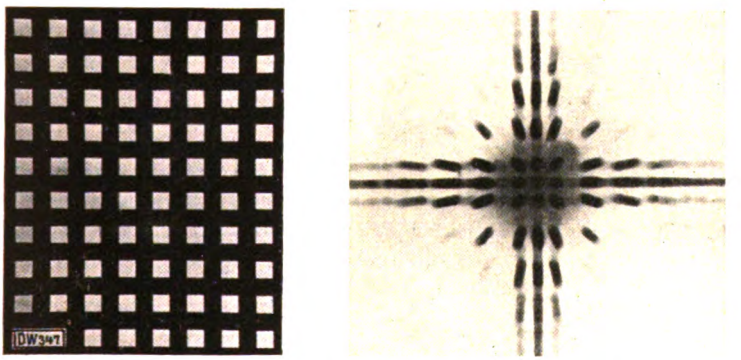


Abb. 8. Interferenz an einem quadratischen Gitter
a) Das Gitter 20fach vergr. b) Das Interferenzbild

Was an dem Bilde vor allem in die Augen fällt, ist die Symmetrie in der Anordnung der Interferenzpunkte; aber darüber hinaus dürfte es doch schwer sein, in dieser Figur ein „Abbild" des Gegenstandes, nämlich des Quadratnetzes von Abb. 8a, zu sehen.

Aber möglich ist dies; nur reichen die Kenntnisse und Eindrücke, die unsere Sinnesorgane uns vermitteln, allein dafür nicht aus. Wir sind gewohnt, die Dinge mit unseren Augen zu sehen und wir wissen, daß im Auge ein richtiges Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut entsteht. Aber wir können nicht den Zusammenhang verstehen zwischen diesem Bilde und dem sinnlichen Eindruck im Gehirn. Es ist wohl Erfahrung im frühesten Kindesalter, verbunden mit Tastempfindungen, wenn wir lernen, aus den Empfindungen der Sehnerven

[2]) Abb. 8 ist, ebenso wie alle folgenden Interferenzbilder mit Röntgenstrahlen, eine Reproduktion des photographischen Negativs; die vom Licht (bzw. von den Röntgenstrahlen) getroffenen Stellen erscheinen also geschwärzt.

Digitized by Google

auf die richtige Gestalt der uns umgebenden Gegenstände zu schließen. Wir haben von Natur nicht gelernt, entsprechend auch in einem Interferenzbilde zu lesen; Sinnesorgane und Gehirn vermitteln nicht unmittelbar zwischen einem Abbild dieser Art und dem Gegenstand. Hier hat etwas anderes als vermittelndes Glied einzugreifen: die Mathematik. Mathematische Berechnung macht es möglich, aus dem Interferenzbilde Größe und Gestalt des lichtzerstreuenden Systems abzulesen; dies ist in vielen Fällen kompliziert, aber wesentlich ist nur, daß ein „Erkennen" auch auf diese Weise möglich und nicht weniger sicher ist als die direkte Wahrnehmung mit dem Auge.

Man wird nicht eine solche komplizierte Methode anwenden, um — im obigen Beispiel — die Struktur eines groben Rasters festzustellen. Sie ist aber die einzige, die anwendbar bleibt, wenn die Dimensionen der kleinsten Teilchen und ihre gegenseitigen Abstände so klein werden, daß auch das beste Mikroskop zum Erkennen nicht mehr ausreicht. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Atomen in einem Kristall sind aber noch mehrere tausendmal geringer als diese Grenze.

Der Möglichkeit zur Entstehung eines Interferenzbildes ist von Natur die gleiche Grenze gesetzt wie der mikroskopischen Wahrnehmbarkeit: die Abstände der Teilchen dürfen nicht zu gering sein, sondern sie müssen von ungefähr der gleichen Größe sein, wie die Wellenlänge der verwendeten Strahlung. So wie also die Grenze des Mikroskops zwingt, bei kleineren Abständen Auskunft beim Interferenzbilde zu suchen, so zwingt die zweite Bedingung weiter, eine Strahlung von hinreichend kleiner Wellenlänge dafür zu verwenden. Das sind die Röntgenstrahlen, von denen wir oben schon einmal gesagt haben, daß die Kleinheit ihrer Wellenlänge ihnen die Sonderstellung verleiht. Hier tritt es klar zu Tage, daß und warum dies so ist.

Es war Max von Laue, der im Jahre 1912 zuerst Überlegungen solcher Art anstellte. Man konnte nach damaliger Kenntnis allerdings nur vermuten, daß die Wellenlänge der Röntgenstrahlen von ungefähr einer Größe sei wie die Abstände der Atome in einem festen Körper; war es weiter richtig, daß die Atome im Kristall regelmäßig angeordnet sind, so konnte eine Interferenz mit Röntgenstrahlen an einem Kristall erwartet werden. Die Versuche, die von Laue zusammen mit Friedrich und Knipping unternommen wurden, haben alle diese Vermutungen voll bestätigt. Es war ein Versuch von größter Tragweite: er gab die Möglichkeit, die Röntgenstrahlen in das Gesamtgebiet der Strahlungserscheinungen richtig einzuordnen und ihre Wellenlänge zu bestimmen und er zeigte die Mittel und Wege zum Studium des Kristallbaus der Materie.

Abgesehen von den sehr viel kleineren Dimensionen unterscheidet sich die Anordnung der Atome im Kristall vom einfachen Quadratnetz

Digitized by Google

sehr wesentlich auch dadurch, daß dieses nur flächenhaft ausgedehnt ist, der Kristall aber ein räumliches Gebilde ist. Das bedingt weitere Komplikationen für das Interferenzbild, von denen wir eine kurz besprechen müssen.

Wir wollen uns als anschauliches und schematisches Bild vorstellen, daß die Atome in einem Kristall regelmäßig so angeordnet seien, wie die Eckpunkte vieler auf- und nebeneinander gestellter Würfel; es ist das ein Aufbau, wie er auch tatsächlich vielfach vorkommt. Ein Schnitt durch eine solche Anordnung ist in Abb. 9 gezeichnet, es ist einfach ein Quadratnetz von Punkten. Man kann sich nun, von einem beliebigen Punkte ausgehend, gerade Linien, im Raume also Flächen, gezogen denken, die durch weitere Punkte des

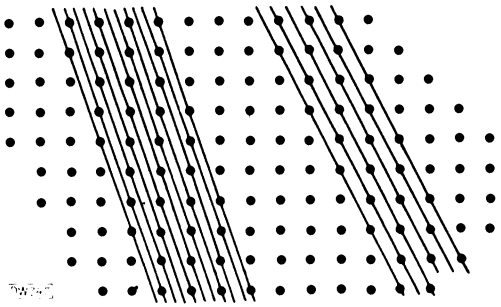


Abb. 9
Zur Veranschaulichung der Netzebenen eines Kristallgitters

Netzes hindurchgehen und kann in Scharen solcher einander paralleler Flächen alle Punkte des ganzen räumlichen Gitters zusammenfassen. Ist die eine Gerade, oder Fläche, einmal festgelegt, so folgen die weiteren automatisch; die erste aber kann man in vielerlei verschiedenen Arten wählen, von denen zwei im rechten und linken Teile der Abb. 9 angedeutet sind.

Man pflegt solche Ebenen, in denen sich gedanklich die Gitterpunkte gruppenweise zusammenfassen lassen, als Netzebenen zu bezeichnen und ihren gegenseitigen Abstand als Gitterkonstante. Die Richtungen nun, in denen bei einer Durchstrahlung des Kristalls durch die Interferenz der Streustrahlung Maxima der Intensität auftreten, lassen sich einfach so bestimmen, daß man den Röntgenstrahl an den einzelnen Netzebenen gespiegelt denkt. Gerade die räumliche Anordnung der Teilchen im Kristallgitter bewirkt aber, daß ein Röntgenstrahl von bestimmter Wellenlänge an einer Netzebene nur gespiegelt werden kann, wenn er unter einem ganz bestimmten Winkel auf sie auftrifft.

Digitized by Google

Nach diesen allgemeinen Vorbereitungen ist es nun leicht zu sehen, wie man einen Interferenzversuch einzurichten hat. Abb. 10 deutet dies in schematischer Weise an. Die Röntgenstrahlen, die von der Antikathode der Röntgenröhre kommen, durchsetzen zwei enge, kreisförmige Blendenöffnungen, so daß ein feiner und scharfer Strahl entsteht. Dieser durchdringt den Kristall und verläuft dann geradlinig weiter, geschwächt nach den allgemeinen Gesetzen, wie sie für die Durchstrahlung eines Körpers gelten. Gleichzeitig aber entsteht eine Streustrahlung im Kristall, die zum Interferenzbilde führt. Man mag, um seine Entstehung zu verstehen, sich im Kristall wieder die Netzebenen denken, von deren jeder, je nach ihrer Lage gegenüber dem einfallenden Röntgenstrahl, ein gespiegelter Strahl in verschiedener

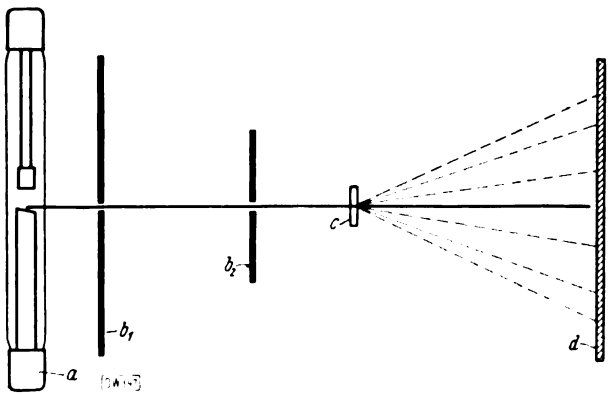


Abb. 10
Schema der Versuchsanordnung zur Aufnahme v. Laue-Diagrammen
a Röntgenröhre
b_1 b_2 Blenden
c Kristall
d photographische Platte

Richtung ausgeht. Einige von ihnen sind in der Abb. 10 eingezeichnet; in ihrer Gesamtheit erzeugen sie auf einer senkrecht zum Strahl aufgestellten photographischen Platte das Interferenzbild.

Und endlich einige Beispiele für die Bilder, sogen. Laue-Diagramme, die man so erhält. Abb. 11 ist eine Aufnahme von einem Steinsalzkristall (Kochsalz), der seiner äußeren kristallographischen Gestalt nach Würfelsymmetrie besitzt. Der Röntgenstrahl durchsetzte bei der Aufnahme den Kristall senkrecht zu einer Seitenfläche des Würfels; um eine solche Richtung gedreht, kommt ein Würfel bei einer vollen Umdrehung viermal mit sich selbst zur Deckung, die Richtung ist eine „vierzählige Symmetrieachse". Die gleiche Symmetrie zeigt auch das Laue-Diagramm; aber wie beim einfachen Raster in Abb. 8 können wir nähere Einzelheiten nicht ohne weiteres erkennen.

Abb. 12 zeigt eine Laue-Aufnahme von einem weiteren Kristall, der Zinkblende ZnS; sie wurde schon von Laue, Friedrich und

Digitized by Google

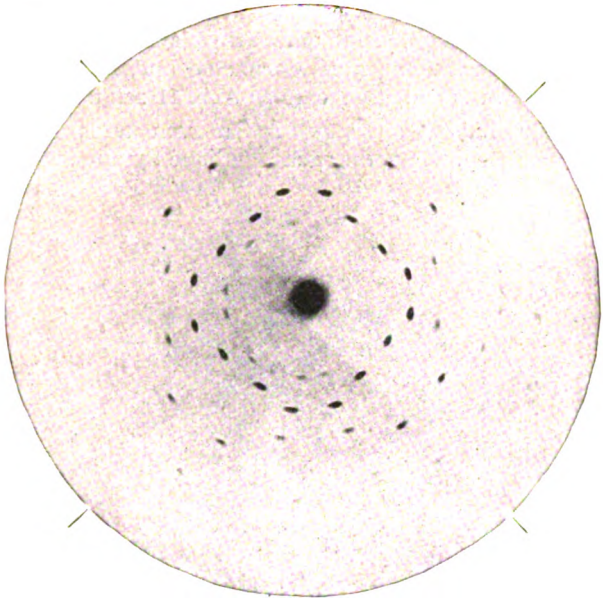


Abb. 11
Laue-Diagramm
von Steinsalz

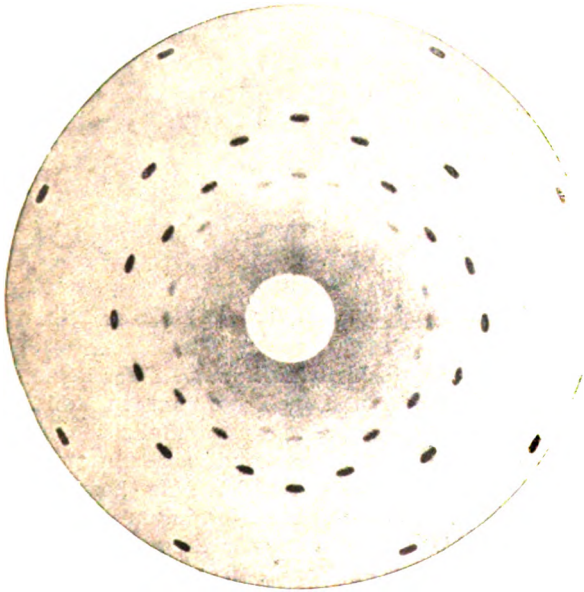


Abb. 12
Laue-Diagramm von
Zinkblende

Digitized by Google

Knipping bei ihren ersten Untersuchungen aufgenommen. Auch der Zinkblendekristall zeigt eine Würfelsymmetrie, aber die innere Anordnung der Atome muß doch eine andere als die im Steinsalz sein, wie der Unterschied gegenüber Abb. 11 zeigt.

Wir haben eingangs schon von anderen kristallographischen Formen gesprochen, die nicht die hohe Symmetrie eines Würfels zeigen.

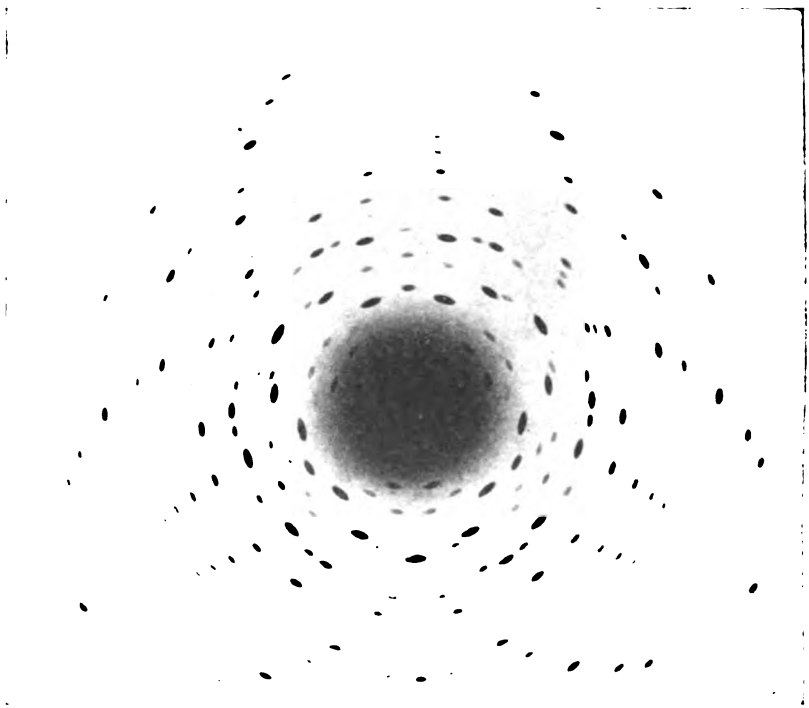


Abb. 13. Dreizählige Laue-Aufnahme von Kalkspat

Ein Beispiel eines rhomboedrischen (schiefwinklig zueinander liegende Flächen) Kristalls ist Kalkspat, dessen Laue-Diagramm in Abb. 13 wiedergegeben ist. Abb. 14 schließlich zeigt das komplizierte, aber in seiner schönen Regelmäßigkeit besonders wunderbare Interferenzbild von einem Kristall des Minerals Beryll, der eine hexagonale (Sechseckform) Struktur besitzt. Beryll ist ein Aluminium-Beryllium-Silikat von komplizierter chemischer Zusammensetzung; gelegentlich enthält er als „Verunreinigung" etwas Chrom, ohne daß das Kristall-

Digitized by Google

gefüge dadurch gestört wird. Der sonst farblose Beryll wird dadurch grün gefärbt und ist in dieser Abart als Smaragd bekannt.

Man mag bei solchen Bildern etwas ahnen von dem inneren Bau der Kristalle, aber exakt zu lesen sind sie doch recht schwer. In der Tat gibt es auch Fälle komplizierter Strukturen, bei denen eine Aufnahme nach der einfachen Laue'schen Methode nicht ausreicht und bei denen Interferenzaufnahmen anderer Art herangezogen werden müssen. Sie sind im Bilde weniger eindrucksvoll, für die Bestimmung der Atomanordnungen aber vielfach doch aufschlußreicher.

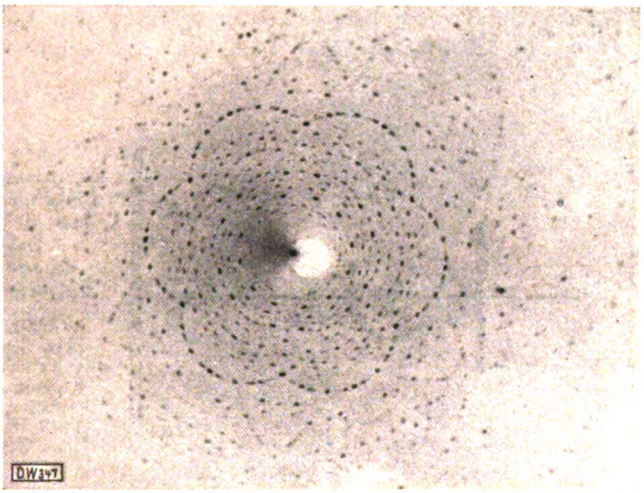


Abb. 14. Laue-Diagramm von Beryll

Wir haben oben gesagt, daß die als Spiegelung gedachte Interferenz an einer bestimmten Netzebene für eine Strahlung von bestimmter Wellenlänge nur möglich ist, wenn sie unter richtigem Winkel auf die Ebene auftrifft. Die möglichen Winkel sind aber bei der Laue'schen Anordnung (vergl. Abb. 10) fest vorgegeben und es ist also Voraussetzung für das Gelingen des Versuches, daß die Röntgenstrahlung die verschiedensten Wellenlängen enthält, wie dies tatsächlich stets der Fall ist. Es kommt aber damit eine Unsicherheit in die Auswertung der Interferenzbilder herein, da man andernfalls bei einer Wellenlänge von bekannter Größe die Netzebenenabstände im Kristall direkt aus dem Bilde bestimmen kann.

Es empfiehlt sich also, eine monochromatische Röntgenstrahlung, d. h. eine solche von bestimmter Wellenlänge, zu verwenden. Die

Digitized by Google

Möglichkeit dazu ist gegeben, denn neben einem kontinuierlichen, einen großen Bereich verschiedener Wellenlängen umfassenden Spektrum sendet jede Röntgenröhre auch solche monochromatische Strahlung aus. Wir werden deren Ursprung später noch kennenlernen und wollen jetzt nur soviel sagen, daß ihre Wellenlänge davon abhängt, aus welchem Material die Antikathode der Röntgenröhre besteht. Man hat es damit auch in weitem Maße in der Hand, die geeignete Wellenlänge zu erhalten.

Ein Interferenzversuch mit einer solchen monochromatischen Strahlung ist nach der Laue'schen Methode allerdings nicht möglich. Es könnte nur zufällig so treffen, daß eine Netzebene im Kristall unter einem solchen Winkel liegt, daß eine Spiegelung der gewählten Wellenlänge an ihr möglich ist. Man kann dies aber immer und für

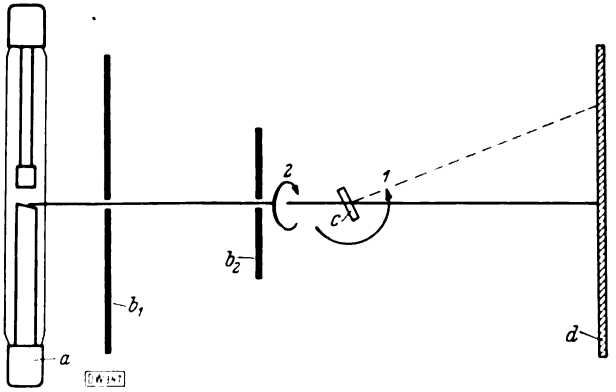


Abb. 15
Zur Erläuterung des Bragg'schen Drehkristall- und des Debye-Scherrer'schen Pulververfahrens.

a Röntgenröhre
b_1 b_2 Blenden
c Kristall
d photographische Platte
1 u. 2 Drehrichtung des Kristalls

alle Netzebenenscharen erreichen, wenn man den Kristall dreht, so wie dies in Abb. 15 durch den Pfeil 1 angedeutet ist. Es spiegeln dann zwar nicht alle Netzebenen gleichzeitig, aber es kommen bei der Drehung alle der Reihe nach in passende Lage.

Eine solche Methode ist zuerst mit großem Erfolge von W. H. Bragg und W. L. Bragg angewendet worden und seither in einer Reihe von Modifikationen den verschiedensten Zwecken angepaßt. Wir wollen hier gleich eine dritte Methode anknüpfen, die besonders für das Verständnis der Untersuchungen an kristallinen Substanzen von großer Bedeutung ist. Wir denken uns den Kristall nicht nur um die eine Achse gedreht, sondern außerdem noch um die Richtung des einfallenden Röntgenstrahls, gemäß dem Pfeil 2 in Abb. 15. Wie man leicht sieht, wird dabei jeder Interferenzpunkt, der bei der ersten Drehung entsteht, einen vollen Kreis auf der photographischen Platte beschreiben.

Digitized by Google

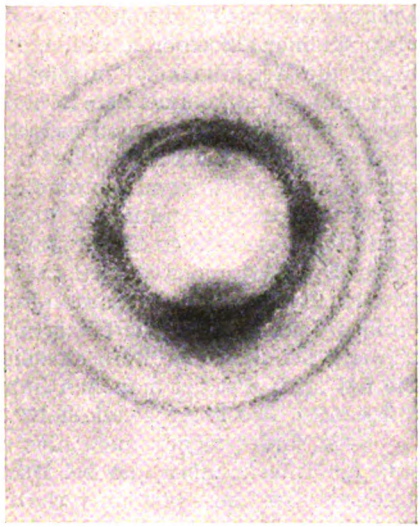


Abb. 16
Debye-Scherrer Aufnahme von grobkörnigem Aluminiumpulver

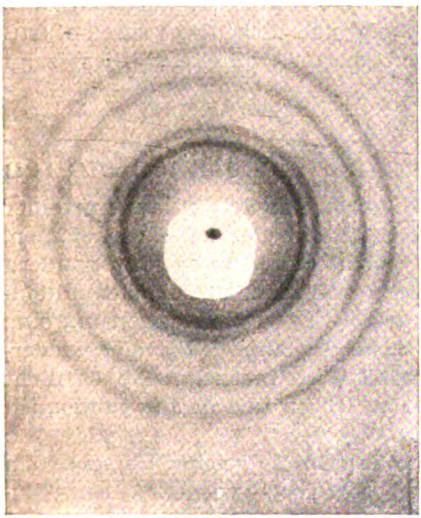


Abb. 17
Debye-Scherrer Aufnahme von feinkörnigem Aluminiumpulver

Zwei gleichzeitige Drehungen wären aber unbequem und wir haben diese Darstellung auch nur gegeben, um das weitere leicht verständlich zu machen. In Wahrheit wird bei dieser von Debye und Scherrer eingeführten Methode das zeitliche Nacheinander der beiden

Digitized by Google

Drehungen ersetzt durch ein räumliches Nebeneinander vieler kleiner einzelner Kristalle, d. h. eines Pulvers. In einem solchen liegen die Kristalle in allen möglichen Orientierungen gegenüber der Richtung des ankommenden Röntgenstrahls. Viele von ihnen werden sich nicht in solchen Lagen befinden, daß eine Interferenz der monochromatischen Strahlung in ihnen möglich ist, aber es werden stets solche da sein, in denen die eine oder andere der verschiedenen Netzebenenscharen passend liegt. So wird also das Ergebnis der Durchstrahlung eines feinen Kristallpulvers das gleiche sein wie die zweifache Drehung eines einzelnen Kristalls: ein System von konzentrischen Kreisen. In der Anwendung gestaltet sich diese Methode sehr einfach, häufig ist sie die einzig mögliche, nämlich bei allen den Substanzen, bei denen größere einzelne Kristalle nicht zu erhalten sind. Sie hat auch erst bei manchen Substanzen den kristallinen Charakter aufgedeckt, der lange zweifelhaft war.

Zwei Bilder mögen auch hier noch das Gesagte illustrieren. Es sind die Interferenzen, die bei Durchstrahlung von Aluminiumpulver auftreten; bei Abb. 16 ist ein verhältnismäßig grobes Pulver genommen, um das Zustandekommen des Ringsystems zu demonstrieren. Man erkennt hier noch deutlich die Interferenzpunkte jedes einzelnen kleinen Kristalls im Pulver. Erst wenn sie kleiner und zugleich zahlreicher werden, sind alle Lagen so häufig und lückenlos vertreten, daß die Einzelpunkte zu vollen Ringen zusammenfließen. Dies zeigt Abb. 17 für ein feinkörniges Pulver.

4. Struktur von Kristallen und kristallinen Stoffen

Eine Bestimmung der Atomanordnungen im Kristall aus nur einer Interferenzfigur kann Schwierigkeiten bereiten; es kann vorkommen, daß sie sich eindeutig so überhaupt nicht durchführen läßt, sondern daß man Untersuchungen nach den verschiedenen Methoden miteinander kombinieren muß. Auch dann noch kann die Auswertung eine recht komplizierte Arbeit sein und schon der Anblick der hier wiedergegebenen Bilder wird zweierlei verständlich machen: daß es nicht leicht ist, die Sprache solcher Bilder zu lernen und daß es unmöglich ist, sie auf wenigen Seiten zu lehren.

Es wird deshalb besser sein, die Ergebnisse solcher Forschungen in einigen einfachen Beispielen nur beschreibend wiederzugeben. Zunächst das Kristallgitter des Steinsalzes, zugleich eines der ersten, das exakt erforscht worden ist. Steinsalz (NaCl) ist eine chemische Verbindung und besteht aus einer gleichen Anzahl von Natrium- und Chloratomen. Sie sind im Kristall derart abwechselnd nebeneinander gelagert, daß eine strenge Würfelfigur entsteht; ein Teil einer solchen Anordnung ist in Abb. 18 dargestellt, in der die dunklen Punkte je

Digitized by Google

ein Natriumatom, die hellen Chloratome repräsentieren mögen. Sie sollen jedoch nur die Lage, nicht Gestalt und Größe der Atome andeuten; hierüber wird erst im letzten Kapitel noch etwas zu sagen sein.

Genauer läßt sich der Aufbau so beschreiben: die Natriumatome bilden für sich allein ein würfelförmiges Gitter, und zwar befinden sich 8 von ihnen an den äußersten Ecken des in der Abbildung gezeichneten Würfels. Je ein weiteres Natriumatom befindet sich dann, wie man leicht erkennen kann, in der Mitte jeder Seitenfläche dieses Würfels; es entsteht so ein sogenanntes flächenzentriert-kubisches Gitter. Auch die Chloratome bilden für sich ein ganz gleiches flächenzentriert-kubisches Gitter, und beide Gitter sind so ineinander gestellt, daß immer ein Eckpunkt des einen genau in der Mitte des anderen

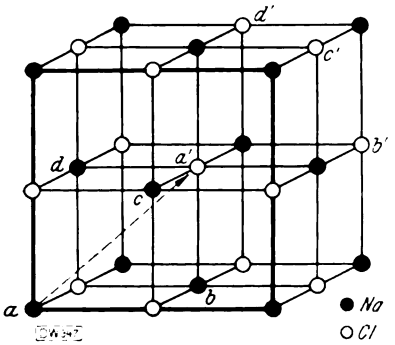


Abb. 18
Kristallgitter von Steinsalz

Würfels liegt. Das mit a' bezeichnete Chloratom in der Mitte der Zeichnung ist ein solcher Eckpunkt und entspricht mit der durch den punktierten Pfeil angedeuteten Verschiebung dem Eckpunkt a des Natriumwürfels. Zusammen mit den Atomen in den Punkten b', c', d' bildet es einen Teil eines Chlorwürfels, so wie die Punkte a, b, c, d einen Teil des ganzen gezeichneten Natriumwürfels bilden. Die übrigen Chloratome des Bildes gehören zu Würfeln, die von anderen Seiten her in den Natriumwürfel hineinragen. Man muß die Abb. 18 gründlich betrachten, um den Charakter dieser Anordnung richtig zu verstehen. Man darf dabei vor allem nicht vergessen, daß die Zeichnung nur einen winzigen Ausschnitt bietet und daß das Gitterwerk nach allen Seiten in gleicher Regelmäßigkeit fortzusetzen ist. Man muß schon etwa eine Milliarde solcher kleiner Würfel zusammensetzen, um ein Kriställchen zu erhalten, das unter einem Mikroskop bei stärkster Vergrößerung gerade erkennbar ist.

Aber immer noch, und auch im größten Kristall, bleibt die gleiche Regelmäßigkeit der Atomanordnung bestehen und das, was wir vor-

Digitized by Google

hin gedanklich als Netzebenen im Innern konstruiert hatten, bildet die mannigfaltigen Begrenzungsflächen des sichtbaren großen Kristalls.

Äußerlich können die gleichen Formen auch bei der Zinkblende auftreten, während die Aufnahmen in Abb. 12 einen anderen inneren Aufbau deutlich erkennen ließ. Auch Zinkblende (ZnS) ist eine chemische Verbindung aus gleichen Mengen der beiden Atome Zink und Schwefel und auch hier bildet jede Atomsorte für sich ein flächenzentriert-kubisches Gitter, wie wir es oben charakterisiert haben. Auch hier sind beide Gitter ineinander gestellt, aber — und das ist der Unterschied — derart, daß ein Eckpunkt etwa des Schwefelgitters nicht in der Mitte des Zinkwürfels liegt, sondern längs der Diagonalrichtung aus der Mitte herausgerückt ist, um ein Viertel der Länge der Diagonalen.

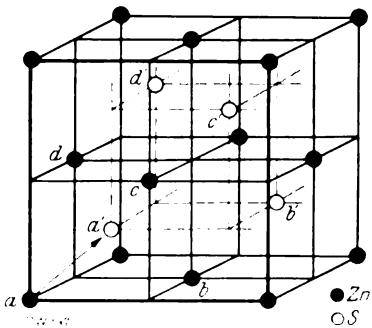


Abb. 19
Kristallgitter von Zinkblende (Diamant)

Es ist schon recht schwer, auf Grund einer Zeichnung ein richtiges räumliches Bild einer solchen Anordnung zu gewinnen. In Abb. 19 ist wieder, als schwarze Punkte, der Würfel des Zinkgitters gezeichnet und in ihm als helle Punkte die Lage einiger der Schwefelatome angegeben; die Buchstaben a, b, c, d bzw. a', b', c', d' sollen wieder anzeigen, wie die Punkte beider Würfel einander entsprechen. Der punktierte Pfeil weist in die Richtung der Diagonalen und zeigt, um welchen Betrag die Gitter gegeneinander verschoben sind. Die gestrichelten Verbindungslinien deuten den Würfel des Schwefelgitters an, von dem nur eine Ecke im Innern des gezeichneten Zinkwürfels liegt. Man wird sich an Hand der Zeichnung leicht klarmachen können, wie das Schwefelgitter fortzusetzen ist; es ist in der Abb. 19 nicht weiter eingetragen, da sie sonst zu unübersichtlich werden würde.

Die gleiche Atomanordnung findet sich auch bei einer Reihe von anderen Substanzen; erwähnen wollen wir nur den einfachen Fall des Diamanten, dessen Struktur auch durch die Abb. 19 wiedergegeben wird,

Digitized by Google

wenn man beide Atomsorten, Zink und Schwefel, durch Kohlenstoffatome ersetzt denkt. Dann ergibt sich noch ein höherer Grad von Symmetrie: es ist nämlich ein jedes Kohlenstoffatom von seinen vier nächsten Nachbarn symmetrisch umgeben und gleich weit von ihnen entfernt. — Auch das Kristallgitter vom Steinsalz findet man bei einer großen Zahl anderer Substanzen von ähnlicher chemischer Zusammensetzung wieder. Und schon das elementare Gerippe dieses Gitters, das einfache flächenzentriert-kubische Gitter, ist vielfach in der Natur vertreten, bei einfachen Elementen, wie z. B. den Metallen Aluminium, Nickel, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Blei und noch einer ganzen Reihe anderer. Verwandt damit ist ein Aufbau, bei dem nicht die Mitten der Würfelflächen von Atomen besetzt sind, sondern außer den Eckpunkten nur die Würfelmitten selbst. Einen Aufbau in der Form eines solchen

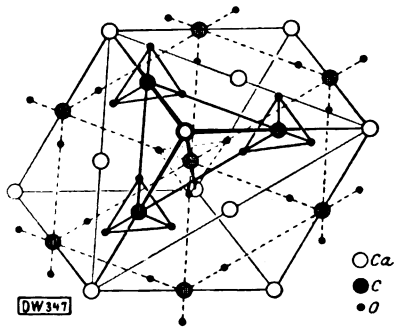


Abb. 20
Kristallgitter von Kalkspat

körperzentriert-kubischen Gitters besitzen z. B. Metalle wie Eisen, Chrom, Molybdän, Wolfram und ebenfalls manche andere.

Von andersartigen Strukturen wollen wir nur noch in Abb. 20 die des Kalkspatkristalls, betrachten, dessen Interferenzbild schon in Abb. 13 wiedergegeben war. Kalkspat ($CaCO_3$) ist aus drei Atomsorten aufgebaut: Calcium, Kohlenstoff und Sauerstoff im Verhältnis 1 : 1 : 3. Das Gitter können wir am einfachsten, wenn auch kristallographisch nicht ganz korrekt, so beschreiben, daß die Calciumatome (helle Punkte in Abb. 20) wieder ein flächenzentriertes Gitter bilden, das aber hier nicht würfelförmig ist, sondern zu einem schiefwinkligen Rhomboeder verdrückt ist. In der Mitte einer jeden Kante und in der Mitte des Rhomboeders sitzt ein (schraffiert gezeichnetes) Kohlenstoffatom, umgeben von je drei Sauerstoffatomen, die ein gleichseitiges Dreieck bilden. Im Bilde hat man sich die stark gezeichnete Ecke nach vorn herausragend zu denken; die Achse, die von hier nach hinten führt, eine Diagonale, besitzt eine solche Symmetrie, daß bei einer vollen Drehung um sie die Figur dreimal mit sich selbst zur Deckung kommt.

Digitized by Google

Längs dieser Achse war bei der Laue-Aufnahme in Abb. 13 der Kristall von den Röntgenstrahlen durchsetzt und man erkennt leicht im Interferenzbilde die gleiche „dreizählige" Symmetrie.

Man findet bei anderen Kristallen Strukturen von vielfach komplizierterer Gestalt, aber wir müssen hier notgedrungen Halt machen; denn das Vorstellungsvermögen an Hand einer einfachen Zeichnung beginnt nun bald zu versagen. Da helfen nur wirklich räumliche Modelle weiter, wie man sie in manchen Sammlungen und in großer Zahl auch im Deutschen Museum finden kann. Grundgesetz bleibt stets die absolute Regelmäßigkeit, vom Kristall wahrnehmbarer Größe herunter bis zu den Dimensionen einzelner Atome. Was unsere Zeichnungen gaben, waren stets gewaltige Vergrößerungen. Da die Zahl der Atome z. B. in einem Kubikzentimeter Steinsalz genau bekannt ist, kann man ihren gegenseitigen Abstand im Kristall leicht berechnen und man findet dann, daß die Natrium- und Chloratome 2,814 Angström-Einheiten voneinander entfernt sind; ähnlich sind auch die Abstände in allen anderen Kristallgittern. Man kann auf Grund solcher Kenntnis aus Interferenzaufnahmen dann die Wellenlängen der Röntgenstrahlen bestimmen, ein Weg, der in den letzten Jahren in umgekehrter Richtung beschritten werden konnte. Es hat sich gezeigt, daß man die Wellenlänge der Röntgenstrahlen auch durch Interferenz an künstlich, durch Strichteilung auf Glas- oder Metallplatten, hergestellten Gittern messen kann, die sich direkt ausmessen lassen. Soweit die Genauigkeit bisheriger Beobachtungen reicht, sind damit die früheren Rechnungen gut bestätigt und es ist so möglich geworden, die Atomabstände ohne große Umwege mit der Länge des Normalmeters in Paris zu vergleichen, obwohl sie nur wenige Zehnmilliardenstel dieser Länge betragen.

Nicht alle Kristalle, mit denen man es zu tun hat, sind einfache Elemente oder chemische Verbindungen; vielfach können es Mischungen sein, von denen praktisch vor allem die Mischungen verschiedener Metalle, die Legierungen, von Interesse sind. Wie sind Kristalle in solchen Fällen aufgebaut?

Es mag ein Beispiel genügen, das zugleich mannigfaltige Möglichkeiten zeigt, die jedem bekannte Legierung der beiden Metalle Kupfer und Zink zu Messing. Die Röntgenuntersuchung hat ganz verschiedene Kristallformen aufgezeigt, je nach dem Mischungsverhältnis beider Teile. Das reine Kupfer bildet, wie schon erwähnt wurde, ein einfaches flächenzentriert kubisches Kristallgitter. Wird ihm wenig Zink beigemischt, so lagern sich die Zinkatome ganz unregelmäßig in das Kristallgefüge des Kupfers ein in der Weise, daß an dieser und jener Stelle ein Kupferatom durch ein Zinkatom ersetzt ist. Da das Zinkatom etwas mehr Platz beansprucht, wird das ganze Kristallgitter dadurch ein wenig gedehnt. Etwas neues tritt ein, wenn die beiden

Digitized by Google

Metalle im Verhältnis 1 : 1 gemischt sind: die Kupfer- und die Zinkatome bilden jedes für sich ein einfaches würfelförmiges Gitter, bei dem nur die Eckpunkte mit Atomen besetzt sind, und beide sind, ähnlich wie beim Steinsalz, so ineinander gesetzt, daß die Ecke des einen in die Mitte des anderen fällt. Also eine regelmäßige Lagerung beider Bestandteile gegeneinander, das, was wir eine chemische Verbindung nennen müssen. Bei Mischungen, die etwas weniger oder mehr Zink enthalten, sind entweder die überschüssigen Kupferatome oder die Zinkatome unregelmäßig in diesem Gitter verteilt. Bei größerem Zinkgehalt geht es über noch drei weitere Zwischenstufen mit Kristallgefügen komplizierterer Art bis zum reinen Zink, dessen Atome ein hexagonales Gitter bilden. Rückwärts können auch hier bei geringem Gehalt an Kupfer einzelne Zinkatome unregelmäßig durch Kupferatome ersetzt werden.

Es mag auffallen, daß wir hier den Metallen stets regelmäßige Kristallformen zuschreiben, während sie doch im allgemeinen in ihrer äußeren Gestalt nichts davon verraten. Große Kristalle aus Metallen sind allerdings in der Natur äußerst selten und man hat erst in den letzten Jahren gelernt, sie aus erstarrenden Schmelzen künstlich zu züchten. Aber jedes Kristallstück besteht aus einer großen Zahl kleiner Kriställchen, wie ein gepreßtes Pulver, unregelmäßig gegeneinander gelagert, aber fest ineinander verwachsen, so daß das Metallstück doch eine fest zusammenhängende Masse bildet. Die einzelnen Kriställchen aber verleihen jedem Metall ein körniges Gefüge, das man z. B. an der Bruchstelle von einem Gußeisenstück leicht mit dem bloßen Auge erkennen kann. In anderen Fällen muß man das Mikroskop zu Hilfe nehmen, um diese sogenannte kristalline Struktur zu bemerken.

Wenn es so ist, dann sollte für die Röntgenstrahlen ein Metallstück sich ebenso verhalten wie ein loses Metallpulver, es muß bei der Durchstrahlung ein Interferenzbild geben wie wir es in Abb. 16 u. 17 für Aluminiumpulver gesehen haben. Dies ist auch vielfach der Fall, ein Beweis, daß die einzelnen Körner in einem Metallstück wirklich Kristalle sind.

Hier aber setzt nun ein großes neues Forschungsgebiet ein, Untersuchungen darüber, wie denn die Kristalle in einem bestimmten Metallstück angeordnet sind. Wir wollen gleich ein Interferenzbild betrachten, Abb. 21, das den Aufnahmen in Abb. 16 u. 17 ähnlich ist, nur daß statt eines Aluminiumpulvers ein gezogener Aluminiumdraht verwendet wurde. Man erkennt auch ganz schwach die Interferenzringe, die eine solche Debye-Scherrer-Aufnahme liefern muß, aber im wesentlichen sind hier die Ringe auf kleine Bereiche zusammengeschrumpft.

Was dies bedeutet, ist leicht zu sehen, wenn man auf die Entstehung der Ringe nach Abb. 15 zurückgeht. Wir haben dort gesagt,

Digitized by Google

daß der Kristall eine volle Umdrehung in Richtung des Pfeiles 2 ausführen muß, damit ein ganzer Ring zustande kommt, oder daß im Kristallpulver einzelne Kristalle mit allen erforderlichen Richtungen vorhanden sein müssen. Wenn nun jetzt nur wenige Stellen des Ringes auftreten, so müssen wir schließen, daß im gezogenen Draht die kleinen Kristalle nicht mehr unregelmäßig gelagert sind, sondern daß sie sich alle in eine Vorzugsrichtung eingestellt haben. Beim Ziehen des Drahtes drehen sie sich und gleiten so lange, bis schließlich alle in die gleiche Richtung weisen. Es ist klar, daß eine Vorzugsrichtung

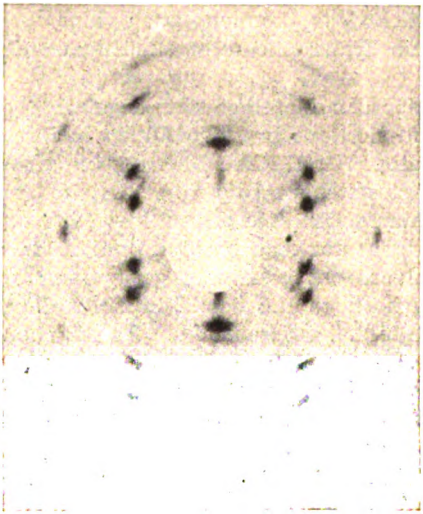


Abb. 21
Debye - Scherrer Aufnahme eines gezogenen Aluminiumdrahtes

nur die Längsrichtung des Drahtes sein kann und man kann aus der Aufnahme in Abb. 21 ableiten, daß alle Kristalle sich mit einer Würfeldiagonalen in diese Richtung einstellen.

Etwas derartiges tritt bei jeder Art von Bearbeitung eines Metalles ein; die Ordnung kann noch vollkommener sein, z. B. beim Walzen eines Bleches, wo neben der Walzrichtung auch die Walzebene ausgezeichnet ist. So zeigt Abb. 22 das Interferenzbild eines sehr dünn ausgewalzten Silberbleches.

Es ist aus der Technik der Metallbearbeitung seit langem bekannt, daß beim Ziehen oder Walzen eine Härtung oder Verfestigung des Materials eintritt und daß diese durch Ausglühen wieder rückgängig gemacht werden kann. Das Rontgenbild gibt uns auch darüber Auskunft, was solchen Vorgängen zugrunde liegt. Unter dem Einfluß der erhöhten Temperatur bilden sich neue Kristalle, die im Innern heran-

Digitized by Google

Abb. 22
Debye - Scherrer Aufnahme eines gewalzten Silberbleches

Abb. 23
Debye-Scherrer Aufnahme eines Silberbleches, Abb. 22, geglüht

wachsen und die früheren, kleinen und geordneten, in sich aufsaugen. Man nennt einen solchen Vorgang Rekristallisation. Er führt, ohne daß die äußere Gestalt des Bleches sich ändert, zu einem neuen Kristall-

Digitized by Google

gefüge aus verhältnismäßig großen und unregelmäßig gelagerten Körnern. Abb. 23 zeigt eine Aufnahme des gleichen Silberbleches wie Abb. 22, aber nach Ausglühen des Bleches. Jede Ordnung der einzelnen Kriställchen ist verschwunden und man sieht auch, daß das neue Gefüge so grob ist, daß auch von gleichmäßigen Interferenzringen nichts mehr zu bemerken ist.

Auch auf andere Weise können Orientierungen der Kriställchen eintreten. Es ist durch Röntgenuntersuchung z. B. festgestellt, daß bei elektrolytischen Niederschlägen von Metallen, etwa beim Vernickeln oder Versilbern irgendwelcher Gegenstände, das niedergeschlagene Metall in Form kleiner, ganz regelmäßig nebeneinander orientierter Kristalle auf der Unterlage sich niederschlägt. Aber es ist auch festgestellt, daß diese Orientierung höchst empfindlich auf kleine

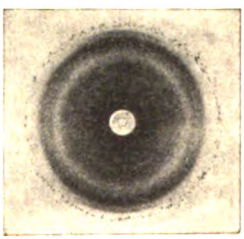


Abb. 24. Interferenzbild von Druckpapier aus Sulfitzellstoff

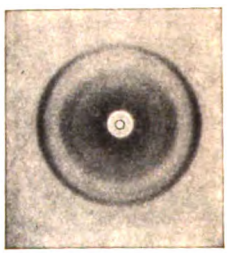


Abb. 25. Interferenzbild von Hadernpapier

Änderungen des Niederschlags-Verfahrens reagiert und daß sie unter Umständen auch ganz ausbleiben kann.

Kristallbau und kristalline Struktur sind in der ganzen Natur viel weiter verbreitet, als der Augenschein vermuten läßt. Nicht nur Metalle und anorganische Stoffe, sondern in gleicher Weise auch organische, Pflanzenfasern und vieles andere sind ähnlichen Gesetzen der Regelmäßigkeit unterworfen. Wer wird daran denken, daß das Papier, auf dem er schreibt, Kristallcharakter und strukturelle Ordnung im innersten Aufbau zeigt? Die Röntgenstrahlen offenbaren auch solches; Abb. 24 und 25 zeigen zwei Interferenzbilder von verschiedenen Papiersorten, die denen der Metalle ganz ähnlich sind.

5. Bau und Anordnung von Molekülen

Wir haben nun sehr viel weiter in das Innere der Materie hineinblicken können und viele neue Aufschlüsse über ihre Struktur erhalten. Und manches weitere, nicht weniger interessant und wichtig, ließe sich noch sagen.

Digitized by Google

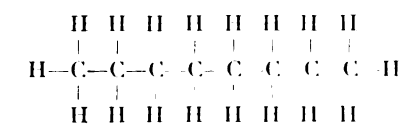
Eines vor allem muß noch betrachtet werden: es war bisher immer vom Aufbau der Materie aus Atomen die Rede; der Chemiker aber kennt als weitere Grundeinheit daneben das Molekül. Im Steinsalz bilden je ein Natrium- und ein Chloratom ein Molekül NaCl, in der Zinkblende je ein Zink- und ein Schwefelatom ein Molekül ZnS oder im Kalkspat die drei beteiligten Atomsorten ein Molekül $CaCO_3$. Ist von einem solchen Zusammenhang in diesem kleineren Kreise im Kristall noch etwas zu bemerken?

Bei den hier betrachteten Beispielen in der Tat nicht. Die allseitige Symmetrie der Anordnung verbietet es, eine bestimmte Gruppe von Atomen als besondere Einheit zu betrachten. Eine Grenze ließe sich nicht ziehen und man könnte allenfalls nur einen ganzen Steinsalzkristall als ein einziges Molekül bezeichnen, das dann aber nicht je ein Atom der beiden Arten, sondern deren außerordentlich viele enthält. In anderen Fällen ist es aber doch so, daß eine kleine Gruppe von Atomen auch im Kristall zu einer besonderen Einheit, dem Molekül, zusammentritt und daß das große Kristallgitter dann eine regelmäßige Anordnung der einzelnen Moleküle darstellt.

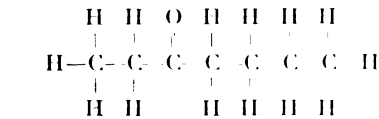
Besonders ausgeprägt ist dies bei solchen Substanzen, denen die Chemie Moleküle zuschreibt, von denen jedes schon aus einer großen Zahl einzelner Atome besteht. Es sind das besonders die Kohlenstoffverbindungen der organischen Chemie und hier können wir auch in den Kristallen die Moleküle wiederfinden, wie sie in der Chemie seit altersher beschrieben werden.

Eine große Gruppe organischer Substanzen bilden Moleküle, in denen die Atome in gerader Kette aneinander gereiht sind: die aliphatischen Verbindungen. Hierher gehören, um nur einige einfache zu nennen, die Alkohole, Paraffine, Ester, Fettsäuren und viele andere. Das Gerippe solcher Moleküle ist stets eine Kette von Kohlenstoffatomen (C), an die Wasserstoffatome (H), Stickstoff- (N), Sauerstoff (O) und andere Atome angereiht sind. Die Ketten können kurz sein oder auch sehr große Längen erreichen, je nach der Zahl der Kohlenstoffatome. Indem man die Lage jedes Atoms durch sein Buchstabensymbol andeutet, kann man die Konstitution solcher Moleküle durch eine Schreibweise darstellen, wie sie die folgenden Beispiele zeigen:

Octan:

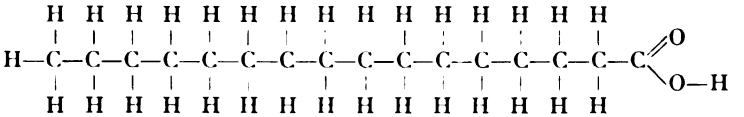


Valeriansäure-aethyl-Ester:



Digitized by Google

Palmitinsäure:



Das ist nun zunächst nur eine Schreibweise, bequem zur Charakterisierung der chemischen Natur einer bestimmten Substanz. Man hätte in früheren Jahren nicht behaupten können, daß eine solche Darstellung in langer, gerader Kette auch nur einigermaßen der Wirklichkeit entspricht. Aber die Röntgenuntersuchung hat die Realität solcher Strukturen in vollem Umfange erwiesen.

Die Röntgeninterferenzen an Kristallen aus solchen Substanzen haben erkennen lassen, daß sie aus langgestreckten Molekülen aufgebaut sind, die regelmäßig nebeneinander und in gleichmäßigen Schichten übereinander angeordnet sind. Es ist etwa ein Bau, wie ihn

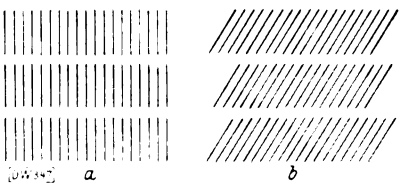


Abb. 26
Anordnung langgestreckter Moleküle in organischen Kristallen

Abb. 26 in schematischen Zeichnungen andeutet; was man allerdings hier noch nicht genau entscheiden kann, ist die Frage, ob sie, wie bei a der Abb. senkrecht zu den Schichten oder, wie bei b, irgendwie schiefwinklig zu ihnen gelagert sind. Wo aber, wie im obigen Beispiel des Valeriansäureaethyl-Esters, ein mittleres C-Atom ein O-Atom trägt, ist diese Inhomogenität der Kette als Zwischenschicht im Röntgenbilde deutlich festzustellen und genau zu bestimmen, an welchem der C-Atome das O-Atom sitzt. Für rein chemische Methoden kann dies mitunter recht schwierig sein. Verhältnismäßig leicht sind auch die Größen der Moleküle zu ermitteln; die Länge des Palmitinsäure-Moleküls beträgt z. B. 35,6 Angström-Einheiten.

Substanzen wie die Fettsäuren vermögen chemische Verbindungen mit Metallen einzugehen; im obigen Beispiel der Palmitinsäure kann zum Beispiel das H-Atom ganz rechts durch Blei ersetzt werden. Bringt man nun eine solche Saure auf eine Bleiplatte, so wenden die Moleküle alle die Seite der Platte zu, an der das Blei in chemischer Bindung in das Molekül eintritt, sie sitzen auf ihr wie die einzelnen Fasern auf Samt. Allerdings ein Samt, bei dem das beste Mikroskop noch keine Spur einer solchen Anordnung zeigt; erst die kurzen Wellen der Röntgenstrahlen vermögen sie aufzudecken.

Digitized by Google

Solche gerichtete Anlagerung ist anscheinend ein häufiger Vorgang, wichtig für manche Erscheinungen, die man sich seit langem zunutze gemacht hat, ohne die Grundursache zu kennen. Wir wollen nur als Beispiel ein altes bergmännisches Aufbereitungsverfahren erwähnen. Es handelt sich hierbei darum, das zu gewinnende Erz von anderen begleitenden Beimengungen zu trennen und dies gelingt vielfach dadurch, daß man das fein zermahlene Gemenge mit einem Öl mischt und in Wasser aufschwemmt. Teilchen der einen Art sinken dann zu Boden und die der anderen werden, obwohl sie schwerer als Wasser sind, von einer Ölhaut getragen und können oben abgeschöpft werden. Die Erklärung ist die, daß die Ölmoleküle sich in dünnster Schicht an die Teilchen anlagern und dabei je nach der Natur der Teilchen ihnen die eine oder andere Seite zuwenden. Die eine Seite des Ölmoleküls wird nun aber vom Wasser abgestoßen, die andere angezogen, und so kommt es, daß in dieser einfachen Weise die Trennung der aufgeschwemmten Substanzen möglich ist.

Man kann Moleküle, wie sie uns hier entgegentreten, schon fast kleinen Kristallen vergleichen, denn die Atome sind auch in ihnen regelmäßig geordnet. So müssen wir vermuten, daß schon ein einzelnes Molekül eine Interferenz der Röntgenstrahlen bewirkt und daß da, wo sie nicht regelmäßig zum Kristall zusammengebaut sind, sondern wo sie regellos nebeneinander liegen, etwas ähnliches sich zeigt wie im Debye-Scherrer-Diagramm eines Kristallpulvers. Nur können, wie die genauere Theorie lehrt, die Interferenzringe nicht so scharf sein; sie werden breit und verwaschen, da doch das einzelne Molekül noch beträchtlich kleiner ist als selbst der kleinste Kristall.

Eine regellose Anordnung der Moleküle haben wir stets da, wo die Substanz gasförmig ist und bis zu einem gewissen Grade auch in einer Flüssigkeit. Es lohnt also, auch solche Versuche zu machen, um vielleicht näheres über den Aufbau der Moleküle zu erfahren, wie es vorher bei den Kristallen der Fall war. Die Versuche haben die Erwartungen durchaus bestätigt: eine jede Flüssigkeit gibt bei der Röntgenuntersuchung ein Interferenzsystem von verwaschenen Kreisen. Abb. 27 und 28 zeigen zwei solcher Aufnahmen: Benzol und Octan.

Allerdings geben Bilder dieser Art doch nicht so eindeutige Auskunft, wie man wünschen und vielleicht erwarten möchte. Es liegt dies daran, daß auch schon eine nicht ganz regelmäßige Anordnung einzelner Atome, die also nicht zum Molekül zusammengebaut sind, in einer Flüssigkeit eine derartige Interferenzerscheinung liefern muß. Soweit müssen wir also eine frühere Angabe, daß eine regelmäßige räumliche Anordnung notwendig sei, korrigieren oder genauer ergänzen. Denn notwendig bleibt sie stets, wenn *scharfe* Interferenzen entstehen sollen, wie sie etwa die Laue-Diagramme zeigten. Sie verlieren an Schärfe, wenn die Regelmäßigkeit gestört wird, aber sie ver-

Digitized by Google

schwinden erst dann ganz, wenn die Atome völlig regellos verteilt sind. Dies ist in einem Gase der Fall, in einer Flüssigkeit aber vollständig deshalb nicht möglich, weil sich die Atome oder Moleküle wegen ihrer eigenen räumlichen Ausdehnung gegenseitig im Platz behindern. Hier müssen also auch noch verwaschene Ringe bleiben von ähnlicher Art, wie sie in Abb. 27 und 28 zu sehen sind.

Es ist deshalb schwer zu trennen, was in einem solchen Bilde der wirklichen Struktur innerhalb der Moleküle entspricht und was der Interferenz zwischen den verschiedenen Molekülen in der Flüssigkeit. In den wiedergegebenen Aufnahmen herrscht sogar das zweite vor. Auffallend ist hier die verhältnismäßig große Schärfe des deutlich sichtbaren Ringes; sie läßt vermuten, daß in der Flüssigkeit sogar noch ein Rest der Ordnung verblieben ist, den die Moleküle im festen

Abb. 27
Röntgeninterferenzen bei Benzol

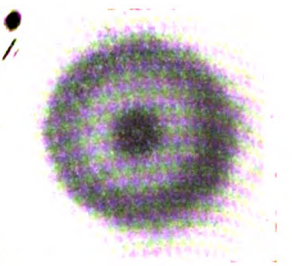


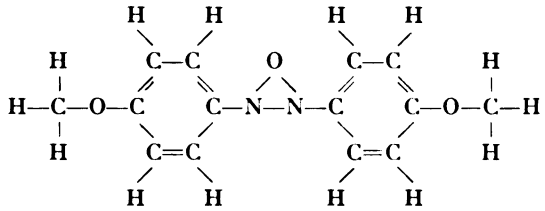
Abb. 28
Röntgeninterferenzen bei Octan

Kristall besitzen. Es sind viele Flüssigkeiten und Lösungen schon untersucht worden und Andeutungen solcher restlicher kristalliner Strukturen oft gefunden worden. Es ist zu hoffen, daß man auf solchen Wegen auch die innere Struktur von Flüssigkeiten vollständig kennen lernen wird; heute ist das, was wir darüber wissen, immer noch unsicher.

Eine interessante Mittelstellung nimmt eine Klasse von Flüssigkeiten ein, die — der Name deutet dies schon an — als flüssige Kristalle bezeichnet werden. Es sind meist Substanzen, die bei gewöhnlichen Temperaturen fest, also Kristalle, sind und die erst beim Erhitzen schmelzen und flüssig werden. Sie zeigen aber in diesem Zustande optische Besonderheiten, in ihrem Lichtbrechungsvermögen, die erst bei weiterem Erwärmen bei einer ganz bestimmten höheren Temperatur verschwinden. Es sind wieder Substanzen mit großen und langgestreckten Molekülen; wir schreiben als Beispiel die chemische

Digitized by Google

Konstitution einer besonders gut untersuchten Substanz, des Para-Azoxyanisols, her:



Hier hat die Röntgenuntersuchung zweifelsfrei folgendes Bild ergeben: in dem durch optische Besonderheiten ausgezeichneten Zustande der Flüssigkeit sind die Moleküle der Länge nach in Bündeln nebeneinander gelagert, etwa wie ein Bündel von Bleistiften. Richtige Kristalle sind es insofern nicht, als die Moleküle anscheinend

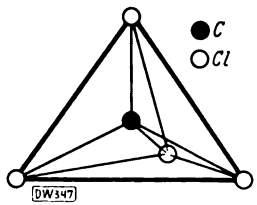


Abb. 29
Modell des Tetrachlorkohlenstoff-Moleküls

seitlich nebeneinander keine bestimmte Ordnung einhalten. Es ist also nur ein lockerer Zusammenhalt und die Molekülbündel wechseln untereinander fortwährend ihre Größe und Lage.

Wir haben also mit den Flüssigkeiten doch nicht die richtige Wahl getroffen, wenn wir weiter den inneren Bau der Moleküle studieren wollen. Wir müssen uns den Gasen zuwenden, denn hier sind die Abstände der Moleküle voneinander so groß, daß störende Interferenzen zwischen ihnen nicht auftreten können.

Dafür aber werden die Schwierigkeiten solcher Untersuchungen sehr groß, hauptsächlich, weil die Intensität solcher Interferenzbilder außerordentlich gering wird. Man muß die besten Hilfsmittel der Röntgentechnik heranziehen; und so ist es in jüngster Zeit P. Debye und seinen Mitarbeitern gelungen, Aufbau und Größe einfacher Moleküle genau zu bestimmen.

Wir betrachten als ein typisches Beispiel das Molekül des Tetrachlorkohlenstoffs, das aus vier Chloratomen und einem Kohlenstoffatom besteht. Die Symmetrie, die das Kohlenstoffatom schon im Kristallgitter des Diamanten zeigte (vergl. Abb. 19), offenbart sich auch hier. Das Molekül ist, Abb. 29, ein reguläres Tetraeder, in dessen vier

Digitized by Google

Ecken je ein Chloratom und in dessen Mitte sich das Kohlenstoffatom befindet. Der Abstand der Atome im Molekül ließ sich genau bestimmen; er beträgt, von einem Chloratom zum nächsten gemessen, 2,98 Angström-Einheiten, also ungefähr das gleiche, wie der Abstand der Atome im Steinsalzkristall.

6. Röntgenspektren und chemische Analyse

Man möchte versuchen, noch eine Stufe weiter hinunter zu gehen in dieser Welt der kleinsten Dimensionen und den Aufbau der Atome selbst zu studieren. Wir wissen mit Sicherheit, daß das Atom ein kompliziertes Gebilde ist, aufgebaut aus einem kleinen Kern im Innern, mit positiver elektrischer Ladung, und in verhältnismäßig großen Abständen darum herum negative Elektronen. Die positive Ladung und das Gewicht des Atomkernes nehmen zu, wenn wir im periodischen System der Elemente vom leichtesten Atom, dem Wasserstoff, schrittweise bis zum schwersten, dem Uran, gehen. Gleichzeitig wächst die Zahl der äußeren Elektronen, die gerade so groß ist, daß die positive Ladung des Kernes kompensiert wird und das Atom nach außen elektrisch neutral erscheint. Das Wasserstoffatom hat nur ein Elektron, das Uranatom deren 92 und allgemein ist die Zahl der Elektronen gleich der Ordnungszahl des Elementes, d. h. gleich der Zahl, die es bekommt, wenn wir im periodischen System die Elemente, beim Wasserstoff beginnend, durchnumerieren.

Die Vorstellungen von einem solchen Aufbau der Atome knüpfen an grundlegende Arbeiten von Rutherford und Bohr an. Man hat gemeint, die Anordnung der Elektronen um den Kern des Atoms genau bestimmen zu können und ihnen Bahnen zugeschrieben, wie sie die Planeten um die Sonne beschreiben. Aber wir können nicht sagen, ob solche allzu groben Modelle von der Gestalt der Atome wirklich richtig sind, wir können mit Sicherheit nur sagen, wieviele Elektronen ein Atom hat und daß sie irgendwie den Kern umgeben. Es scheint fast, als sei es aus sehr prinzipiellen Gründen unmöglich, zu wirklich genauer Kenntnis über die Anordnung der Elektronen im Atom zu gelangen.

Was erkennbar bleibt, ist ein verschwommenes Bild, so als ob man einen Gegenstand aus allzu großer Entfernung betrachtet. Und soweit können auch wieder, neben anderen Methoden, die Röntgenstrahlen uns führen. Denn wie die Atome im Molekül zur Interferenz führen, so tun es die Elektronen im Atom. Es sei hier nur erwähnt, daß zwar der Kern eines Atoms sehr klein ist, daß aber mitsamt ihrer Elektronenhülle die ganzen Atome doch Durchmesser von 2 bis 3 Angström-Einheiten haben. Sie sind also ausgedehnter als die Gitterpunkte in unseren früheren schematischen Zeichnungen des Kristallbaues, der-

Digitized by Google

art, daß sie in Wahrheit sich gegenseitig berühren oder auch mit ihren Elektronenhüllen sich etwas durchdringen.

Wenn nun auch die Gestalt der Atome mit ihren Elektronen unsicher und verschwommen bleibt, so vermögen doch in anderer Beziehung gerade wieder die Röntgenstrahlen sehr wertvolle Aufschlüsse zu liefern. Aufschlüsse, welche die Atome ihrer Art nach vollständig charakterisieren und zugleich den Ursprung der Röntgenstrahlen anzeigen. Vermöge der allgemeinen Anziehungskraft zwischen positiven und negativen elektrischen Ladungen sind die Elektronen an den Kern des Atoms gebunden, und gerade die Untersuchung der Röntgenstrahlen hat gelehrt, daß diese Bindungskraft ganz bestimmte, für das betreffende Atom charakteristische Werte hat. Sie ist nicht die gleiche für alle Elektronen eines bestimmten Atoms; vielmehr lassen sich die Elektronen nach der Größe der Bindungskraft in Gruppen einteilen, die der Reihe nach als K-, L-, M- usw. Gruppe bezeichnet werden. In der K- Gruppe sind höchstens zwei Elektronen und sie sind am festesten an den Kern gebunden, in der L-Gruppe sind 8, in der M-Gruppe 18, in der nächsten, deren Elektronen noch loser gebunden sind, haben bis zu 32 Elektronen Platz. Dabei sind die Gruppen, mit der K-Gruppe beginnend, soweit aufgefüllt, als die Zahl der Elektronen, welche das Atom insgesamt besitzt, ausreicht.

Es kann nun eines der Elektronen, z. B. aus der K-Gruppe, entfernt werden, wobei zur Überwindung der Anziehung durch den Kern eine bestimmte Energie aufgewendet werden muß. Der freigewordene Platz wird aber sogleich durch ein Elektron aus der L- oder M-Gruppe wieder besetzt. Hierbei wird dann naturgemäß ein bestimmter Energiebetrag frei und diese Energie — das ist das Entscheidende — verläßt das Atom in Form von Strahlung, und zwar speziell in Form von Röntgenstrahlen. Entsprechend dem definierten Werte der Energie, die verfügbar wird, hat auch die Wellenlänge dieser Röntgenstrahlung einen exakt definierten Wert, es entsteht das, was wir früher schon erwähnt haben: eine monochromatische Röntgenstrahlung.

Die vorangehende Entfernung eines der Elektronen kann bewirkt werden durch Kathodenstrahlen, wie sie in der Röntgenröhre auf die Antikathode auftreffen; dies also ist der Vorgang, der zur Entstehung und Aussendung monochromatischer Röntgenstrahlen führt. Es sei erwähnt, daß daneben auch die Kathodenstrahlelektronen, wenn sie dem Kern des Atoms sehr nahe kommen, selbst eine Strahlung aussenden; dies ist die kontinuierliche, eine stetige Folge verschiedener Wellenlängen enthaltende Röntgenstrahlung, die gleichzeitig von jeder Röntgenröhre ausgeht.

Zur Untersuchung der Röntgenstrahlen verwendet man Anordnungen, die ganz dem Schema der Abb. 15 entsprechen; aber man kann sich jetzt darauf beschränken, die Spiegelung an nur einer Netzebenen-

Digitized by Google

schaar des Kristalls zu betrachten. Enthalten die Röntgenstrahlen nur eine einzige Wellenlänge, so wird bei einer Drehung des Kristalls im Sinne des Pfeiles 1 nur einmal eine Spiegelung eintreten, wir erhalten auf der photographischen Platte nur einen Interferenzpunkt,

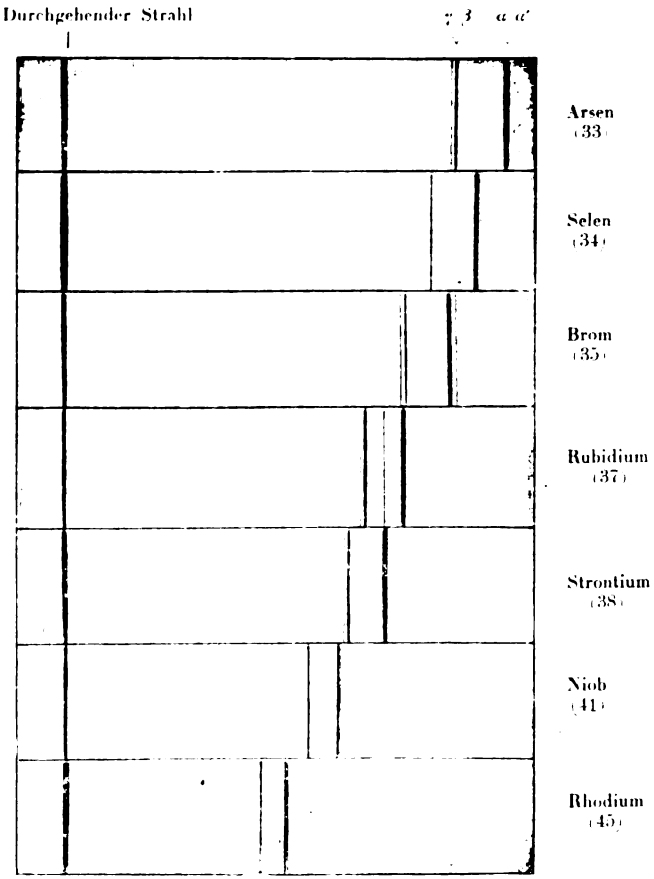


Abb. 30. Röntgenspektren (K-Serie) verschiedener Elemente

oder bei Verwendung spaltförmiger Blenden statt eines Punktes eine Linie, die als Spektrallinie bezeichnet wird.

Abb. 30 zeigt eine Reihe von Röntgenspektren verschiedener Elemente, die man auf solche Weise erhält. Am linken Rande ist jeweils die Spur des geradlinig verlaufenden primären Röntgenstrahls zu

Digitized by Google

sehen, nach rechts hin folgen die durch Interferenz am Kristall gespiegelten Strahlen, die Spektrallinien. Wie man sieht, sind es bei jedem Element mehrere, entsprechend nicht nur einem, sondern mehreren diskreten Werten der Wellenlänge. Daß es so ist, ist ohne weiteres verständlich nach den oben schon entwickelten Vorstellungen, nur müssen diese jetzt noch ein wenig präzisiert werden. Der Ersatz eines aus der K-Gruppe entfernten Elektrons kann nämlich aus irgendeiner der anderen Gruppen erfolgen; ein bestimmter Übergang wird zwar auch zu einer bestimmten Wellenlänge führen, aber die verschiedenen Möglichkeiten geben eben die verschiedenen Wellenlängen, die entsprechende Gruppe von Spektrallinien, die man als eine Serie bezeichnet. Eine weitere Mannigfaltigkeit ist noch dadurch möglich, daß im Anfang das Elektron nicht aus der K-Gruppe entfernt zu sein braucht, sondern auch aus einer der anderen; dies führt zu anderen Serien von Spektrallinien und man unterscheidet sie ebenso wie die Elektronengruppen als K-, L-, M- usw. Serien.

Abb. 30 zeigt, daß in einer solchen Serie ein jedes Element durch die Lage seiner Spektrallinien von jedem anderen scharf unterschieden ist; Aufnahme und Ausmessung eines Spektrums reichen also vollständig aus, um ein Element mit Sicherheit zu identifizieren. Dies schafft ein wertvolles Hilfsmittel für die analytische Chemie, das zwar nicht die bewährten Erkennungsmethoden der Chemie verdrängen kann, aber oft eine wünschenswerte Ergänzung darstellt. Es kann mitunter schwer sein, in einem Gemisch verschiedener Elemente ein bestimmtes nachzuweisen, da es vielleicht einem anderen in seinem chemischen Verhalten sehr ähnlich ist. Wenn es möglich ist, die Substanz auf der Antikathode einer Röntgenröhre anzubringen und ihr Spektrum aufzunehmen, wird man aus dem Auftreten oder Fehlen bestimmter Spektrallinien sichere Schlüsse ziehen können. Auch da, wo ein Element nur in sehr geringer Menge vorhanden ist, wird sein Nachweis auf diesem Wege möglich sein, denn bei genügend langer Exposition der photographischen Platte wird es sich durch seine Spektrallinien verraten.

Etwas ähnliches ist auch im Gebiete des sichtbaren Lichtes möglich und wird bei manchen Elementen zum Nachweis vielfach angewandt. Aber im allgemeinen sind dort, wie wir oben schon einmal in anderem Zusammenhange erwähnt hatten, die Verhältnisse viel komplizierter und die Röntgenstrahlen zeichnen sich wieder durch die außerordentlich einfachen und klaren Gesetze ihrer Spektren aus.

Man sieht bereits an Abb. 30, daß die Anordnung der Linien bei jedem Element die gleiche ist und daß sie nur im ganzen schrittweise im Bilde nach links rücken, d. h. die Wellenlängen werden in der Reihenfolge der Elemente regelmäßig kleiner. Diese Gesetzmäßigkeit wurde zuerst von Barkla 1906 qualitativ aufgefunden und 1914

Digitized by Google

von Moseley näher untersucht und quantitativ formuliert. Sie erhält die einfachste Gestalt, wenn man nicht von den Wellenlängen, sondern von den Schwingungszahlen (Frequenzen) ausgeht und wenn man die Quadratwurzeln der Schwingungszahlen in Abhängigkeit von der Ordnungszahl Z des Elementes graphisch aufträgt, wie dies in Abb. 31 für die Spektrallinien der K-Serie geschehen ist[3]). Es ergibt sich für jede der in Abb. 30 zu sehenden vier Linien eine einfache gerade Linie und man gewinnt damit zwei Möglichkeiten:

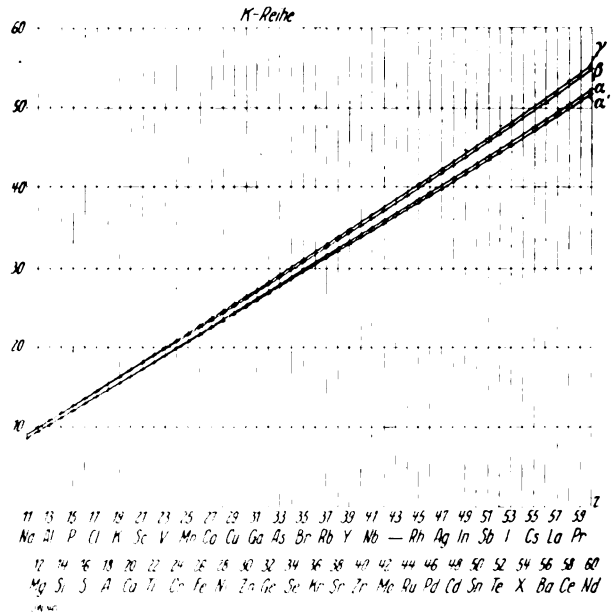


Abb. 31. Spektrallinien der K-Reihe

man kann die Schwingungszahlen oder Wellenlängen für irgendein Element, dessen Spektrallinien noch nicht gemessen sind, leicht berechnen und man kann erkennen, ob in der regelmäßigen Reihe der Elemente an irgendeiner Stelle noch eines fehlt. Die Stufen von einem Element zum nächsten folgen einander so regelmäßig wie die Töne einer Tonleiter; und wie es auch einem recht unmusikalischen Menschen unbedingt auffallen würde, wenn ein Ton in der Reihe fehlt, so würde eine Unstetigkeit in der geraden Linie der Abb. 31 es sofort verraten, wenn wir ein Element vergessen hätten.

[3]) In Abb. 31 sind nicht die Quadratwurzeln der Schwingungszahlen selbst, sondern proportionale Größen aufgetragen.

Digitized by Google

Auf diese Weise ist es, sicherer als nach rein chemischer Systematik, möglich gewesen, alle Elemente ihrer Ordnungszahl nach richtig zu gruppieren und einwandfrei festzustellen, welche Nummern, als noch unbekannte oder vielleicht auch überhaupt nicht vorhandene Elemente, noch fehlen. Es waren dies vor einigen Jahren noch 6, und zwar die Elemente mit den Nummern 43, 61, 72, 75, 85 und 87. Vier von diesen sind inzwischen aufgefunden worden, und zwar allein auf Grund ihrer Röntgenspektren; verborgen sind nur noch die Elemente mit den Nummern 85 und 87.

Das erste, das aufgefunden wurde, war das Element Nr. 72. Auf Grund seiner allgemeinen Vorstellungen über den Aufbau der Atome hatte Bohr vermutet, daß es chemisch sehr nahe dem lange bekannten Element Zirkon verwandt sein müsse und die röntgenspektroskopische Untersuchung hat dann sehr rasch gezeigt, daß es stets im Zirkon enthalten ist, aber eben wegen der großen Ähnlichkeit bis dahin chemisch von ihm nicht unterschieden werden konnte. Inzwischen hat sich gezeigt, daß dieses Element, das zu Ehren der Stadt Kopenhagen, in der es entdeckt wurde, den Namen Hafnium erhielt, gar nicht einmal so selten ist; es gibt auf der Erde mehr Hafnium als z. B. Kupfer.

Zwei weitere Elemente, 43 und 75, wurden 1925 in Berlin von Noddack und Tacke entdeckt. Es gelang ihnen, sie aus Mineralien, in denen diese Elemente in äußerst geringen Mengen enthalten sind, soweit anzureichern, daß eine röntgenspektroskopische Untersuchung möglich war, die dann die richtigen Wellenlängen der Linien ergab und damit den Beweis führte, daß beide Elemente wirklich vorhanden sind. Zum Andenken an die deutschen Gebiete, deren Namen jedem aus schweren Zeiten eingeprägt sind, wurden die neuen Elemente Masurium und Rhenium getauft. Auch das eine dieser Elemente, das Rhenium, scheint nach neueren Berichten nicht so selten zu sein, wie man vermuten möchte, da es doch so lange unbekannt blieb. Während man bei der Entdeckung nur Bruchteile eines Milligramms zur Verfügung hatte, ist es heute schon in mehreren Kilogrammen gewonnen worden.

Das vierte gehört zur Gruppe der sogenannten seltenen Erden, einer Gruppe von insgesamt vierzehn Elementen, die untereinander sehr ähnliche Eigenschaften haben und deshalb besonders schwer zu trennen und zu identifizieren sind. Aber auch den besten Untersuchungsmethoden gegenüber blieb das Element mit der Nummer 61 verborgen, bis vor wenigen Jahren (1926) aus Amerika die Nachricht kam, daß Hopkins, der ihm den Namen Illinium gab, es durch sein Röntgenspektrum entdeckt hatte.

Der Wert des röntgenspektroskopischen Nachweises liegt einmal daran, daß er, wenn nur eine genaue Bestimmung der Wellenlänge

Digitized by Google

möglich ist, nicht trügen kann, auch wenn noch nichts von dem neuen Element bekannt ist. Und er ist weiter der beste Führer bei den Versuchen, das neue Element zu isolieren und rein zu gewinnen; solange die richtigen chemischen Methoden noch nicht genau bekannt sind, zeigen die Röntgenlinien, ob man auf dem richtigen Wege ist, ob bei weiterer Behandlung der Grundsubstanzen der Gehalt am neuen Element größer oder vielleicht ungewollt kleiner geworden ist.

So hat sich nun der Kreis geschlossen. Die Atome sind der Ursprung der Röntgenstrahlen und offenbaren uns dadurch ihre Existenz und Art. Und die Röntgenstrahlen sind das Mittel, das es uns ermöglicht, den Zusammenbau der Atome zum Molekül, zum Kristallgefüge und zum groben Körper in allen Einzelheiten zu studieren.

Es lohnt sich, einmal darüber nachzudenken, wenn man ein Stückchen Materie, und sei es auch noch so unscheinbar, zur Hand nimmt. Aber man vergesse auch nicht, daß sehr viel gründliche und schwierige Arbeit nötig war, um all dies zu erforschen.

Die Abbildungen in der vorliegenden Schrift sind zu einem großen Teil zusammenfassenden Werken oder Originalabhandlungen entnommen, und zwar:

Abb. 12, 13 und 20 aus Ewald, P. P.: Kristalle und Röntgenstrahlen. Berlin 1923, Julius Springer.

Abb. 16, 17, 21, 22 und 23 aus Glocker, R.: Materialprüfung mit Röntgenstrahlen. Berlin 1927, Julius Springer.

Abb. 11 aus Mark, H.: Die Verwendung der Röntgenstrahlen in Chemie und Technik. Leipzig 1926, Joh. Ambr. Barth.

Abb. 30 aus Siegbahn, M.: Spektroskopie der Röntgenstrahlen. Berlin 1924, Julius Springer.

Abb. 31 aus Sommerfeld, A.: Atombau und Spektrallinien. Braunschweig 1924, Friedr. Vieweg & Sohn.

Abb. 14 aus Bragg, W. H.: An Introduction to Crystal Analysis, London 1928, G. Bell & Sons.

Abb. 24, 25 aus Heß, K. und Trogus, C.: Naturwissenschaften. 18. Jahrg. Hd. 18 (1930) H. 20, 21.

Abb. 27, 28 aus Sogani, C. M.: Indian Journal of Physics, Vol. I, Part IV, 1927.

Abb. 3, 4, 5, 6 und 7 sind Wiedergaben nach Orignalaufnahmen von Frh. M. von Schwarz, die von ihm freundlichst für diesen Zweck zur Verfügung gestellt wurden.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Die Abteilung „Badewesen" gibt einen Überblick über die Badeanlagen und Badeeinrichtungen bei verschiedenen Völkern von den ältesten Zeiten an bis heute. Sie ist in zwei Hauptgruppen unterteilt, wovon die erste Gruppe die **Hallen- und Hausbäder umfaßt. An Objekten sind hiervon aufgestellt:**

Abb. 1. Modell einer öffentlichen mittelalterlichen deutschen Badestube

ein Modell **in ein Fünfzigstel** natürlicher Größe der gegen 305 n. Chr. eröffneten **Thermen des römischen Kaisers** Diocletian, ein Modell einer öffentlichen **mittelalterlichen deutschen** Badestube, Abb. 1, ein Modell eines **russischen** Dampf-**Schwitzbades und ein** Modell des türkischen Bades „Bit-Basar-Hamam" in Brussa. **Ein großes** Bild „Schematische Darstellung der Badeanlagen eines modernen **Volksbades"** zeigt die vielseitigen Einrichtungen eines solchen Bades. Die **Aufstellung** eines Schnittmodelles von einem großstädtischen Hallenbad **ist vorgesehen.** An Modellen, die die Entwicklung der Hausbäder

Digitized by Google

zeigen, sind aufgestellt: ein römisches Hausbad, das 1718 erbaute Fürstenbad in der Badenburg zu Nymphenburg und ein modernes Hausbad mit Gymnastikraum. Über diesen Modellen sind Bilder von interessanten Hausbädern wie z. B. das Marmorbad in Kassel usw. angebracht. Außer den Baderäumen ist auch die Entwicklung der Badegeräte veranschaulicht. An solchen sind bis jetzt vorhanden: ein römischer Badekrug mit Heizeinrichtung, eine japanische Badewanne mit eingebautem Becken für Holzkohlenfeuerung, Schnittbilder über die Entwicklung des Kohlen- und Gasbadeofens, ein geschnittener moderner Gasbadeofen von Junkers.

Die zweite Hauptgruppe veranschaulicht bemerkenswerte Anlagen von Frei- und Heilbädern. An Objekten sind aufgestellt: ein Gemälde des Flußbades der Pilger in Benares am Ganges, Dioramen vom Bad eines Sultanpalastes auf Bali (Java) und von einem Bad auf offenem Markt zu Baden im Aargau. Weiter kommen zur Aufstellung: ein Diorama eines bedeutenden Seebades und ein Gemälde des Strandbades Wannsee. In Aussicht genommen ist die Aufstellung des Modells eines modernen Großstadt-Freibades, wie z. B. das Georg-Arnhold-Bad in Dresden und eines schematischen Modells, das die Reinigung des Badewassers von Hallen- und Freibädern veranschaulicht. Die Badeeinrichtungen von Heilbädern zeigen ein Diorama der prähistorischen Fassung der Wilhelmsquelle in Bad Mergentheim, ein Bild „Das große Bad in Warmbrunn" nach den Ausgrabungen bei der Neufassung im Jahre 1920, ein Modell der Quellenhalle in Bad Kissingen, Bilder des Széchenyi-Kurbades in Budapest und der Moorbadanlage in Bad Schwalbach. Des weiteren kommt zur Aufstellung ein schematisches Modell eines modernen Heilbades, wofür die Badeeinrichtungen von Bad Ems in Aussicht genommen sind, ein Gemälde des Heilbades Wiesbaden und des Schlammbades Pistyan. In Modellen und Bildern werden wichtige Detaileinrichtungen von Heilbädern gezeigt, so z. B. ein Sandor-Schaumbad, eine Badewanne mit abklappbarer Heizschlange zur Erwärmung kohlensäurehaltigen Mineralwassers, ein Sandbad, ein elektrisches Lichtbad.

Da der Raum für die Darstellung des „Bäderwesens" beschränkt ist, können natürlich nicht alle interessanten und bedeutenden Bäder und ihre Einrichtungen in Bildern, Modellen oder Dioramen gezeigt werden. Um den Museumsbesuchern aber trotzdem eine große Anzahl solcher Bäder vorführen zu können, wurden mehrere Stereoskopapparate aufgestellt, von denen jeder 12 Bilder faßt. Diese Stereoskopbilder werden von Zeit zu Zeit wieder durch andere ausgewechselt, sodaß auf diese Weise ein umfangreiches Bildmaterial beschen werden kann. Städte und Badeverwaltungen machen von dieser Einrichtung durch Überlassung von Stereoskopbildern ihrer Bäder weitgehendst Gebrauch.

Max Burgmayer

Triasdruck GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ein prächtiger Führer
durch die Schätze des Deutschen Museums

Zweite, neubearbeitete und ergänzte Auflage!

Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von CONRAD MATSCHOSS

Die Neuauflage des von der Presse glänzend beurteilten Werkes bietet in zahlreichen Aufsätzen eine umfassende Übersicht über die Sammlungen des Deutschen Museums in München und ist dadurch gleichzeitig ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk über die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften. Viele gute Abbildungen erleichtern das Verständnis der einzelnen Beiträge und machen ihre Lektüre genußreich. Allen an der technischen Entwicklung Interessierten wird dieses Buch wieder ein willkommener Führer sein, nachdem durch Neubearbeitung dem jetzigen Stand der Sammlungen des Museums Rechnung getragen worden ist.

Format DIN A 4, VI/386 Seiten mit 330 Abbildungen und 59 Bildnissen auf Kunstdruckpapier. 1929. Ganzleinenband mit Goldprägung RM 20.— (VDI-Mitglieder RM 18.—).

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN
R. OLDENBOURG / MÜNCHEN

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: Von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: V. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft.
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.

Weiter sind vorgesehen:

Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.

Der Inhalt der Hefte 5 und 6 steht noch nicht ganz fest.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.— (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Für Mitglieder des Deutschen Museums im Mitgliederbeitrag eingeschlossen. Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Triasdruck GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Bal [Munich]

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

DIE NEUZEITLICHE ENTWICKLUNG DER SCHUSSWAFFEN

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LV
APR 6 1936
LAL
LIBRARY

VON

C. CRANZ UND O. VON EBERHARD

1931

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin
NW7, Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 3

DIE NEUZEITLICHE ENTWICKLUNG DER SCHUSSWAFFEN

VON

C. CRANZ UND O. VON EBERHARD

1 9 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Zur Förderung der Bestrebungen des Deutschen Museums spendete die Satz-, Druck- und Buchbinderarbeiten des vorliegenden Heftes der Abhandlungen die

GROSSBUCHDRUCKEREI PAUL SCHETTLERS ERBEN A.-G.
KÖTHEN (ANHALT)

Digitized by Google

Einleitung

Den gewaltigen Fortschritt, den die Technik der Feuerwaffen im Laufe der letzten vier bis fünf Jahrhunderte erfahren hat, kann sich der Leser am besten vergegenwärtigen, wenn er sich in Gedanken in frühere Zeiten zurückversetzt und ein Schießen sich vorstellt, wie es etwa um die Mitte des 15. Jahrhunderts sich abgespielt haben mag, und dieses Schießen mit einem Schießen der neueren Zeit vergleicht. So entstehen vor dem geistigen Auge des Lesers die folgenden gegensätzlichen Bilder.

Einerseits eine Schar von Arkebusieren: jeder bewaffnet mit einer Hakenbüchse. Die Waffe hat ein Gewicht von 10 bis 15 kg und muß deshalb, nachdem geladen ist, auf eine Gabelstütze oder auf eine Mauer aufgelegt werden. Unterhalb der Mündung ist das Gewehr mit einem kräftigen Haken versehen, wodurch der Rückstoß aufgefangen werden soll (französisch harkebuse, daher die Bezeichnung Arkebusier). Gezündet wird das in die seitliche Pfanne über dem Zündloch aufgeschüttete Pulver von Hand mittels einer Lunte. Das Laden und das Abfeuern erfordert 42 Kommandos. Beim Schuß fliegt das 100 g schwere, kugelförmige Geschoß etwa 200 m weit. Die Armbrust ist nach Wirkung und Treffgenauigkeit dieser Hakenbüchse noch weit überlegen.

Ferner ein Bronze-Geschütz aus derselben Zeit: Es wird gegen den Feind in Stellung gebracht, gelagert auf einer plumpen, trogartigen Lafette aus Holz. Damit die Bedienungsmannschaft nicht durch feindliche Pfeile bei der Arbeit gestört werden kann, wird vor dem Geschütz ein großes Holzgerüst aufgestellt, mittels dessen ein breites Holzdach hochzuziehen und niederzulassen ist. Zunächst wird das Dach vor das Geschütz herabgelassen und das Rohr erhält mittels eines Quadranten und durch Unterlegen von Holzkeilen die gewünschte Erhöhung. Nun wird die Pulverladung mit einer Schaufel eingeschüttet, die steinerne Kugel eingeschoben, der Spielraum zwischen Kugel und Seelenwandung mit Werg, Lehm und Sand verstopft und ausgemauert. Auf das Zündloch wird Pulver aufgebracht und eine lange Lunte bereit gehalten. Nachdem die Ausmauerung der Kugel getrocknet ist, wird ein Gebet gesprochen. Das Dach wird hochgezogen, die Kanoniere begeben sich in Deckung, die Lunte wird entzündet, der Schuß kracht. Falls die Steinkugel nicht zerspringt, fliegt sie etwa 400 m weit. Rühmend berichtet eine Metzer Chronik aus dem Jahre 1437 von einem gewandten Kanonier, der es

Digitized by Google

fertiggebracht habe, an dem gleichen Tage dreimal zu schießen, wohin er wollte. Allerdings gebrauchte er dabei magische Künste, weshalb er nach Rom pilgern mußte, um von seinen Sünden losgesprochen zu werden.

Andererseits ein modernes Maschinengewehr: Viele Hunderte von Schüssen verfeuert das Gewehr selbsttätig in gleichmäßiger, sehr rascher Folge nacheinander, in jeder Sekunde acht bis neun Schuß. Der Schütze braucht dabei nichts weiter zu tun, als den Abzughebel zurückzuhalten und gleichzeitig die Seiten- und Höhenrichtung zu geben. Jedes einzelne Geschoß kann unweit der Mündung 90 cm Tannenholz durchschlagen. Bei geeigneter Erhöhung des Rohrs wird eine Schußweite von etwa 4500 m erreicht.

Ferner ein modernes Ferngeschütz: Das Geschoß kann bei etwa 50° Abgangswinkel in eine Höhe von 40 km über dem Erdboden gelangen, worauf es in einer Schußweite von 120 km einschlägt. Nahe der Mündung besitzt das Geschoß eine lebendige Kraft von etwa 15,4 Millionen mkg, die gleichwertig ist der Arbeit, die man in irgendeiner Form zusammen aufwenden müßte, um 850 beladene Eisenbahnwagen von je 10 000 kg Gewicht und je 6 m/s. Geschwindigkeit auf waagerechter Bahn zum Stillstand zu bringen.

Eine solche Entwicklung der Schußwaffen hat sich natürlich nicht sprunghaft, sondern ganz allmählich vollzogen, — vor allem auf Grund der Erfahrungen, die in den verschiedenen Kriegen gemacht worden sind[1]). Der Zweck der nachfolgenden Zeilen ist, den Gang dieser Entwicklung kurz zu skizzieren. Dabei soll, dem Wunsche der Schriftleitung entsprechend, auf eine genaue Beschreibung der einzelnen Waffen verzichtet und bei der Abfassung dieses Heftes darauf Rücksicht genommen werden, daß es auch für Nichtfachleute bestimmt ist. Allenthalben werden deshalb nur die leitenden Gesichtspunkte erwähnt werden, die im Laufe der letzten 150 Jahre bei der allmählichen Vervollkommnung der Schußwaffen maßgebend gewesen sind. Mit Rücksicht auf den beschränkten Raum müssen eine Reihe von Einzelheiten fortgelassen werden, die in einer Waffenlehre behandelt zu werden pflegen; auf Vollständigkeit der Darstellung kann deshalb auch kein Anspruch gemacht werden und von der systematischen Verwendung von analytischen Entwicklungen soll in dieser Schrift grundsätzlich abgesehen werden.

[1]) Nähere Ausführungen über die innigen Wechselbeziehungen, die zwischen der eigenen und der gegnerischen Armeebewaffnung einerseits und der anzuwendenden Taktik andererseits bestehen, sowie Andeutungen über die in den verschiedenen Kriegen betreffs dieser Wechselbeziehungen gewonnenen Erfahrungen findet der Leser z. B. in den in der Literaturschau angeführten vortrefflichen Schriften von Däniker, Castner und Zimmerle.

Digitized by Google

Handfeuerwaffen

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts waren die Heere der meisten Staaten mit Steinschloßgewehren bewaffnet, glatten Vorderladern, bei denen das auf die Pfanne über dem Zündloch gelegte Pulver dadurch gezündet wurde, daß ein Stück Feuerstein sich mittels einer Schlagfeder gegen Stahl rieb, wobei ein Funken entstand (flint = Feuerstein, daher die Bezeichnung Flinte). Der Hauptübelstand dieser Steinschloßzündung war der, daß ein Schießen bei Regen fast unmöglich war. Die Treffsicherheit dieser Gewehre war bis zum Ende des 18. Jahrhunderts noch ziemlich gering. Sie brauchte auch nicht groß zu sein; denn in der Schlacht standen sich die Gegner in zwei geschlossenen langgestreckten Linien von gewöhnlich drei Gliedern gegenüber, meistens das vordere Glied kniend, die beiden anderen stehend; es genügte daher, daß das Gewehr einigermaßen waagerecht gehalten wurde, um die gegenüberstehende mannshohe Mauer von Schützen zu treffen. Die Hauptsache für ein wirksames Massenfeuer war vielmehr möglichst große Feuergeschwindigkeit. Die gut eingeübten Soldaten *Friedrichs des Großen* waren imstande, in einer Minute mindestens zwei Schuß abzugeben. Die letzte Entscheidung nach diesem Massenfeuer brachte dann unter Umständen das Bajonett.

Diese geschlossene Taktik fiel weg, als die wenig disziplinierten Volksheere der französischen Revolution in aufgelösten Schützenschwärmen kämpften. Allerdings kam damit auch das vorbereitende Massenfeuer, das bei den früheren Söldnerheeren Aufgabe der Infanterie gewesen war, für diese in Fortfall. Das einleitende Massenfeuer wurde jetzt der Artillerie zugewiesen; dies geschah teilweise schon von *Friedrich dem Großen*, systematisch aber erst von *Napoleon I.*, der damit der eigentliche Schöpfer der Feldartillerie geworden ist. Für die Infanterie selbst aber zeigte sich jetzt bei der veränderten Kampfweise sehr deutlich die Notwendigkeit eines Gewehrs, das erstens eine größere Treffgenauigkeit und zweitens ein bequemes Laden auch in liegender Stellung bei Geländedeckung gestattete. Ein Laden im Liegen war aber nur bei Hinterladegewehren ohne weiteres möglich. Solche Gewehre waren vereinzelt schon im 15. Jahrhundert konstruiert worden, und *Napoleon I.*, der die Wichtigkeit der Hinterladung erkannte, setzte frühzeitig einen Preis auf ein brauchbares Hinterladegewehr aus. Aber es dauerte noch mehrere Jahrzehnte, bis ein solches konstruiert wurde. Abb. 1 bis 7 geben ein Bild der Entwicklung.

Digitized by Google

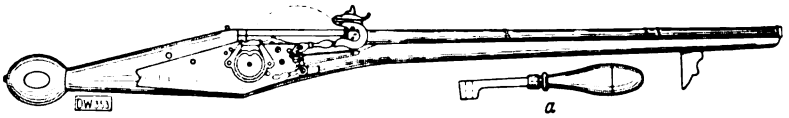


Abb. 1. Hakenbuchse mit Radschloß, a) Schlussel zum Spannen des Schlosses

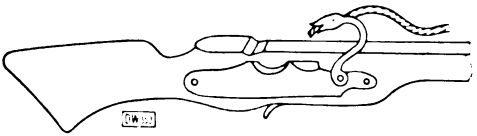


Abb. 2
Luntenschloß

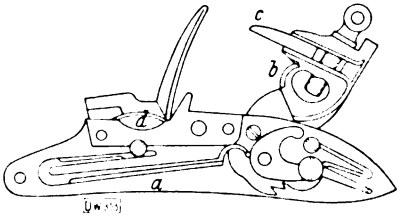


Abb. 3
Feuersteinschloß
a) Schlagfeder
b) Hahn
c) Stein
d) Pfanne

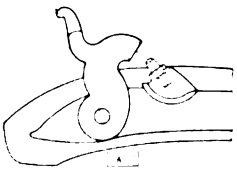


Abb. 4
Perkussionsschloß

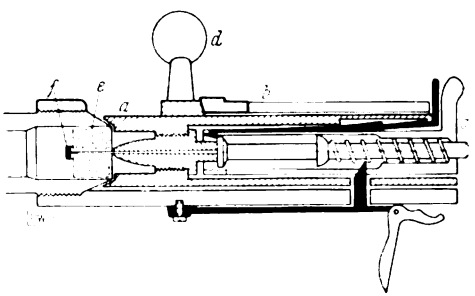


Abb. 5
Zundnadelschloß
a) Kammer
b) Hulse
c) Schloßchen
d) Kammerknopf
e) Pulverladung in der Patronenhulse
f) Zündhutchen

Digitized by Google

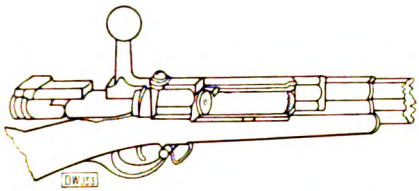


Abb. 6
Schloß zum Deutschen Infanteriegewehr M/71 mit zurückgezogener Kammer

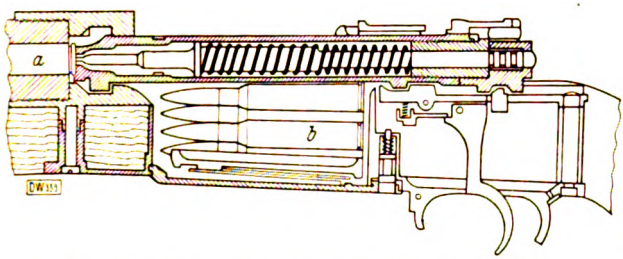


Abb. 7. Schloß zum Deutschen Infanteriegewehr M 98
a) Patrone im Lauf
b) 4 Patronen im Magazin

Vorläufig richtete sich im Anfang des 19. Jahrhunderts das Bestreben, die Militärgewehre zu verbessern, auf einen anderen Punkt, nämlich darauf, größere Treffsicherheit, größere Schußweite, gestrecktere Flugbahn und Unabhängigkeit von der Witterung zu erzielen. Diese Unabhängigkeit konnte, nachdem die Fulminate, insbesondere das Knallquecksilber, bekannt geworden waren, durch die sogenannte Perkussionszündung mittels Zündhütchens bewirkt werden (*Forsith* in Schottland 1807, besonders aber *Egg* in Deutschland 1818). Die Vergrößerung von Treffsicherheit, Rasanz (flache Flugbahn) und Schußweite wurde erzielt durch die Umwandlung der glatten Vorderlader in gezogene Vorderlader. Diese Umwandlung ging in den meisten Staaten (mit Ausnahme von Preußen, wie wir sehen werden) sehr langsam und zögernd, überall aber nach Überwindung von vielen Widerständen und Bedenken in der Zeit von 1830 bis 1860 vor sich. Soll doch in den fünfziger Jahren ein hoher General in seinem Testament angeordnet haben, über seinem Grabe dürfe nur aus glatten Rohren Salut geschossen werden. Noch im Krieg 1859 zwischen Frankreich und Österreich war die französische Infanterie zum größten Teil mit glatten Vorderladern ausgerüstet.

Der Nutzen, den die Anbringung von Schraubenzügen in den Gewehrläufen mit sich bringt, scheint längere Zeit verkannt worden zu sein. Manche glaubten, daß das Geschoß, wenn es durch die Züge

Digitized by Google

eine Drehung erhalte, sich leichter „durch die Luft bohre". Andere behaupteten, daß der Hauptvorteil der Züge in der besseren Abdichtung des Geschosses gegenüber den Pulvergasen im Rohr zu suchen sei. Das Geschoß mußte bei den Vorderladern von der Mündung her mit dem Ladestock leicht eingeführt werden können. Damit aber beim Schuß kein schädlicher Spielraum zwischen Geschoß und Rohrseele blieb, sondern das Geschoß sich fest in die Züge einpreßte und den Zügen folgte, verwendete *Minié* 1829 das „Princip der Expansion der Geschosse"; d. h. das längliche und vorn etwas zugespitzte Geschoß wurde am Geschoßboden konisch ausgehöhlt; beim Schuß dehnten die Pulvergase (anfangs mit Hilfe eines Treibspiegels, der sich in die konische Aushöhlung einpreßte, später ohne Treibspiegel) die Seitenwände des Bleigeschosses aus. Die Seitenwände des Geschosses legten sich infolgedessen dicht an die innere Laufwandung an, wodurch die Abdichtung automatisch hergestellt war. Jedoch war dieser Effekt durchaus nicht an das Vorhandensein von Schraubenzügen gebunden; er konnte recht wohl auch bei achsenparallelen Zügen und auch bei glatten Rohren erreicht werden.

Der wesentliche Nutzen der Schraubenzüge besteht vielmehr darin, daß sie die Möglichkeit geben, anstelle der Kugeln Langgeschosse zu verwenden, also bei gleichem Kaliber eine größere Geschoßmasse zu verschießen oder bei gleicher Geschoßmasse ein kleineres Kaliber zu benützen. Beides ist für die Überwindung des Luftwiderstandes günstiger als es bei den kugelförmigen Geschossen der Fall gewesen war. Aber ein Langgeschoß darf sich bei seinem Flug durch die Luft nicht mit seiner Längsachse quer zur Tangente der Flugbahn des Schwerpunkts stellen, weil im letzteren Fall unter sonst gleichen Umständen die Schußweite zu klein, die Treffgenauigkeit zu gering sein würde; sondern die Geschoß-Längsachse muß möglichst in der Richtung der Flugbahn-Tangente verbleiben. Nun ist die letztgenannte Stellung der Geschoßachse bei der üblichen Form des Langgeschosses die labile, die Querstellung die stabile. Es muß folglich künstlich dafür gesorgt werden, daß die Geschoßlängsachse in der ersteren Lage, also in der Richtung der jeweiligen Bahntangente, gehalten wird. Hierfür gibt es zwei Mittel.

Das erste Mittel besteht darin, die Rückseite des Langgeschosses so zu gestalten, daß das ganze Geschoß wie eine Art von Pfeil wirkt. Diese Wirkung ist dann derart, daß, wenn die Geschoßachse zunächst richtig in der Tangentenlage flog und hierauf durch irgendeinen Zufall die Längsachse einen kleinen Winkel gegen die Tangente gebildet hat, die Geschoßachse durch den Luftwiderstand selbsttätig wieder in die Tangentenlage zurückgeführt wird; denn die Resultante des Luftwiderstandes greift in diesem Falle hinter dem Schwerpunkt auf

Digitized by Google

der Geschoßachse an; es entsteht somit ein Drehmoment, durch welches das Geschoß immer wieder in die Tangentenlage zurückgedreht wird. Bei einem Langgeschoß, das als Pfeil ausgebildet wird, ist danach die Tangentenlage nicht die labile, sondern die stabile.

Der pfeilartige Flug eines Langgeschosses ist insofern der vorteilhafteste, als bei richtiger Wahl der Form des Pfeilgeschosses dessen Längsachse nicht bloß angenähert und nicht bloß bei kleinen Abgangswinkeln, sondern genau und dauernd und bei ganz beliebigen Abgangswinkeln mit der Bahntangente zusammenfällt. Pfeilartig wirkende Gewehrgeschosse aus glatten Rohren werden hie und da für Jagdzwecke verfeuert (Witzleben-Geschosse). Während des Weltkrieges wurde die Pfeilform bei vereinzelten Minenwerfergeschossen aus glatten Rohren in Anwendung gebracht. Aber einer allgemeinen Einführung von pfeilartigen Langgeschossen steht bei Feuerwaffen der Umstand entgegen, daß diese Geschosse eine bedeutende Länge haben müßten und daß, wenn die Steuerflächen nicht ganz genau zum Schwerpunkt hin gerichtet sind, eine Ruderwirkung entsteht, ähnlich wie bei einem Schiff, daß in einem großen Bogen steuert.

Das zweite Mittel, um ein Langgeschoß bei seinem Flug durch die Luft in der Richtung zu halten, liegt, wie schon erwähnt, darin, daß dem Geschoß eine Rotation um seine Längsachse erteilt, das Geschoß zu einem K r e i s e l gemacht wird. Die Tatsache, daß eine solche Drehung die Stabilität eines geworfenen länglichen Körpers erhöht, findet man schon im Altertum praktisch benützt. Im römischen Heere wurden die Wurfspeere zeitweise unter Drehung um ihre Längsachse abgeworfen. Ein Riemen, dessen eines Ende in der werfenden Hand blieb und dessen anderes Ende einen Ring trug, der auf einen Stift am hinteren Ende des Speeres gesteckt war, wurde um den Speerschaft geschlungen und beim Abwerfen drehte sich der Speer um seine Längsachse. Aus der Zeit des Mittelalters kennt man Armbrustbolzen, die hinten mit schraubenförmig gewundenen Lederstreifen oder mit ebensolchen Holzlamellen versehen waren. Der Luftwiderstand sollte dabei automatisch eine Drehung des Bolzens bewirken. In der neueren Zeit ist wiederholt vorgeschlagen worden, auch aus Schußwaffen, und zwar solchen mit glatter Bohrung, Langgeschosse zu verschießen, die erst in der Luft eine Drehung erhalten. Die Geschosse sollten in ihrer Längsrichtung spiralförmig gewundene Bohrungen enthalten, oder auch an ihrer Oberfläche schraubenförmige Rillen. Durch diese Löcher bzw. durch diese Rillen sollte beim Flug des Geschosses die Luft hindurchstreichen und damit eine Drehung des Geschosses bewirken (*Hale*, *Bessemer*, *Makenzie*, *Hartmann*). Bei Artilleriegeschossen ist wegen deren Massenträgheit die Drehwirkung des Luftwiderstandes zu gering. Etwas günstiger ist sie bei

Digitized by Google

den leichten Gewehrgeschossen (Jagdgeschosse nach *Stendebach* und *Brennecke*). Aber die endgültige Lösung der Aufgabe, das Langgeschoß bei seinem Flug durch die Luft infolge der Drehung stabil zu halten und vor dem Überschlagen zu bewahren, wurde durch die Konstruktion der gezogenen Rohre geliefert. In diesen Rohren erzeugt der Pulvergasdruck, der auf den Geschoßboden wirkt, die gewünschte Drehung des Geschosses um seine Längsachse. Gezogene Rohre waren schon um das Jahr 1500 vereinzelt verwendet worden und hatten sich bewährt. 1631 bewaffnete Landgraf *Wilhelm von Hessen* und 1641 Kurfürst *Max von Bayern* einige Scharfschützenkompanien mit gezogenen Büchsen. Mehrere Jägerabteilungen im Heer *Friedrichs des Großen* führten gezogene Gewehre, desgleichen die freiwilligen deutschen Jäger von 1813. Aber die systematische Einführung solcher Gewehre erfolgte, wie schon angedeutet wurde, erst von 1830 ab nach und nach, und zwar meistens unter Beibehaltung des Kalibers der vorhandenen Armeegewehre (17,5 bis 18,5 mm). Nur die süddeutschen Staaten und Österreich — dieses bei seinem Lorenz-Gewehr —, nahmen das kleinere Kaliber von 13,9 mm an. Allen voran war bei der Kaliberverkleinerung die Schweiz; sie ging für ihr neues Gewehr 1844 sogleich auf 10,5 mm herab.

Preußen war der einzige Staat, der sich bei der Einführung eines gezogenen Gewehres gleichzeitig zur Annahme des Hinterladesystems entschloß, und zwar frühzeitig (1841). Der Erfinder war der Deutsche *Dreyse*. Er hatte um 1807 eine Zeitlang in der Pariser Gewehrfabrik von *Pauly* gearbeitet, der den von *Napoleon I.* auf die Konstruktion eines brauchbaren Hinterladers ausgesetzten Preis zu erwerben vergebens bestrebt war. Dort wurde *Dreyse* auf das Problem aufmerksam; aber erst weit später konnte er der preußischen Heeresverwaltung einen geeigneten Hinterlader, das Zündnadelgewehr, vorlegen. Mit diesem wurden von 1836 an in Preußen Versuche gemacht; 1841 wurde es eingeführt. Die Hauptschwierigkeit bei dem Hinterlader bestand natürlich darin, zum Schuß das hintere Laufende so gut abzuschließen, daß für den Schießenden auch dann keine Gefahr bestand, wenn aus irgendeinem Grund der Gasdruck im Rohr über den normalen Betrag sich erhöhte, z. B. wenn ein Fremdkörper im Rohr sich befand und das Geschoß im Rohr steckenblieb.

Dreyse benützte einen Zylinderverschluß. Dieser bestand aus drei ineinandergeschobenen Hohlzylindern: erstens aus der an das hintere Laufende fest angeschraubten Hülse, zweitens aus dem darin verschiebbaren Verschlußzylinder oder der sogen. Kammer, drittens aus dem Schloßzylinder oder dem sogen. Schlößchen. Die Hülse diente als feste Gleitbahn für die Kammer und trug zugleich die

Digitized by Google

Abzugsvorrichtung. Die Kammer trug einen Handgriff und ein eingeschraubtes Nadelrohr. Das Schlößchen enthielt eine Spiralschlagfeder, den Nadelbolzen und eine Sperrfeder. Nach dem Einladen wurde der Lauf dadurch verriegelt, daß die mit dem Griff versehene Kammer in einem Ausschnitt der Hülse vorgeschoben wurde; eine Warze des Griffs legte sich dann gegen einen entsprechenden Ausschnitt der Hülse. Erst wenn die Kammer zugeschlagen war, konnte mittels eines Daumengriffs das Schlößchen in den zugehörigen Ausschnitt der Kammer bis zum Eingreifen der Sperrfeder eingedrückt und damit die Spiralschlagfeder gespannt werden. Die Feder diente dazu, nach Betätigung des Abzugs, also beim Schuß, den Nadelbolzen mit der Zündnadel gegen die Zündpille vorschnellen zu lassen, indem die Schlagfeder beim Abziehen freigemacht wurde. Der Nadelbolzen und damit die Zündnadel schnellte dann vor, die Zündmasse wurde entzündet, deren Flamme schlug in die Pulverladung, und die entstehenden Pulvergase trieben das Geschoß durch das Rohr.

Die Pulverladung, die Zündmasse und das Geschoß wurden durch *Dreyse* zu einer Einheitspatrone in einer Papphülse vereinigt, — eine Maßnahme, die zur Erhöhung der Feuergeschwindigkeit ganz wesentlich beitrug, die sich jetzt auf das Vierfache gegenüber den Lorenz-Vorderladern steigerte. Das Gewehrkaliber war 15,43 mm, das Geschoßkaliber nur 13,6 mm; zum Zweck der Abdichtung lag deshalb das Geschoß in einem Pappspiegel, der den hinteren Teil des Geschosses umgab und sich in die Züge einpreßte. Die Zündpille lag nicht, wie es jetzt der Fall ist, am hinteren Ende der Pulverladung, sondern zwischen Pulverladung und Geschoß, so daß die Zündnadel durch die Pulverladung hindurchstechen mußte, ehe sie an die Zündpille gelangte. Der Grund für diese Anordnung war der, daß man anfangs glaubte, nur bei Vorderzündung, also nur wenn die Flamme der Zündpille nach rückwärts gegen die Pulverladung schlage, sei eine vollständige Verbrennung des Pulvers möglich.

Nach einem Schuß waren zum Laden 6 Griffe erforderlich: Zurückziehen des Schlößchens am Daumengriff, Zurückziehen der Kammer am Kammergriff, Einsetzen der neuen Patrone, Vorschieben der Kammer, Zuschlagen der Kammer, Vorschieben und damit Spannen des Schlößchens.

Wegen der Kompliziertheit dieses Verschlusses und da z. B. der österreichische gezogene Vorderlader, Bauart Lorenz, in ballistischer Hinsicht, also bezüglich Schußweite, Treffgenauigkeit, Rasanz usw., dem Zündnadelgewehr erheblich überlegen war, blieb Preußen von 1841 bis 1866 mit seinem Hinterladesystem allein, und die preußische Heeresverwaltung erfuhr im eigenen Lande viele Vorwürfe, doch widerstand insbesondere der Prinzregent *Wilhelm*, der spätere Kaiser *Wilhelm I.*, Ende der fünfziger und Anfang der sechziger Jahre mit

Digitized by Google

Festigkeit allen Vorschlägen, das System aufzugeben. Erst nach den glänzenden Erfolgen des preußischen Heeres im Kriege 1866 trat ein vollständiger Umschwung der Stimmung ein; alle Staaten beeilten sich jetzt, zum Hinterladesystem überzugehen. Es entstand eine förmliche Epidemie der Konstruktion von Hinterladern der verschiedensten Bauarten: Zylinder- oder Kolbenverschlüsse, Klappenverschlüsse, Fallblockverschlüsse, Wellenverschlüsse. Zum Klappenverschluß entschlossen sich England mit seinem neuen Gewehrsystem Snyder, einer Abänderung des Enfield-Gewehrs, Rußland mit dem Krnka-Gewehr, die Schweiz mit dem Gewehr System Milbank-Amsler, Belgien mit dem Albini-Brändlin-Gewehr, Spanien mit dem Gewehr System Berdan. Der Fallblockverschluß wurde angenommen u. a. von Nordamerika, ebenso von Bayern bei dessen Werder-Gewehr mit dem Kaliber 11 mm; und noch jetzt ist diese Bauart bei manchen Privatgewehren (Remington-Gewehr) im Gebrauch. Der Wellenverschluß wurde von Österreich in seinem Werndl-Gewehr M/67 verwendet. Den Anfang machte Frankreich, das 1867 das Chassepot-Gewehr einführte, Kaliber 11 mm, Geschoßgewicht 24,8 g, Ladungsgewicht 4,9 g. Der Verschluß des Chassepot-Gewehres war derjenige des Dreyseschen Zündnadelgewehrs. In Preußen war man noch mit Vorversuchen beschäftigt, um das Zündnadelgewehr mit 15,43 mm Kaliber durch ein Mauser-Gewehr mit 11 mm Kaliber und mit einem einfachen Zylinderverschluß zu ersetzen, als der Krieg 1870/71 ausbrach. In diesem Kriege standen sich zum ersten Male gezogene Hinterlader gegenüber; einerseits das preußische Zündnadelgewehr, andererseits das Chassepot-Gewehr mit dem gleichen Verschluß, aber dem kleineren Kaliber 11 mm. Sobald sich im Anfang des Krieges die wesentliche Überlegenheit des Chassepot-Gewehres zeigte, wurde die Taktik der preußischen Infanterie geändert. Übrigens war auf deutscher Seite das 11-mm-Werder-Gewehr der Bayern dem Chassepot-Gewehr ballistisch mindestens gleichwertig.

Nach dem Kriege 1870/71 führte Deutschland das sehr gut durchkonstruierte 11-mm-Mausergewehr M 71 ein, Rußland das Berdan-Gewehr M 72, England das Henri-Martini-Gewehr mit 11,43 mm Kaliber, desgleichen die Türkei, die 1877 bei Plewna ihre Erfolge damit erzielte, Holland das Beaumont-Gewehr mit 11 mm, Italien das Vetterli-Gewehr M 71 mit 10,4 mm Kaliber. Das deutsche Mausergewehr M 71 (*P. Mauser* in Oberndorf, Württemberg) hatte eine Schwarzpulverladung von 5 g, ein Geschoßgewicht von 25 g und ergab eine Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses von 430 m s., die höchste Visierstellung bezog sich auf eine Schußweite von 1000 m. Der Verschluß war ein Zylinderverschluß, wie beim Zündnadelgewehr, aber gegenüber dem Dreyse-Verschluß bedeutend ver-

Digitized by Google

einfacht. Das Gewehr wies auch sonst eine Reihe von Verbesserungen gegenüber dem Zündnadelgewehr auf: die Abdichtung zwischen Geschoß und Rohr erfolgte nicht mehr durch einen Pappspiegel, sondern durch „Geschoß-Forcierung", d. h. das Kaliber des Bleigeschosses war etwas größer als das Kaliber des Rohres zwischen den Feldern der Züge, so daß sich nach der Entzündung des Pulvers das Geschoß in die Züge einpressen mußte und selbsttätig die Abdichtung herbeiführte. Die Vorderzündung wurde durch Hinterzündung ersetzt, die Zündnadel konnte somit wegfallen, und der Schlagbolzen selbst entzündete durch den Aufschlag auf das am Boden der Patronenhülse angebrachte Zündhütchen die Zündmasse und damit von hinten her das Pulver. Drei Ladegriffe des Zündnadelgewehrs, nämlich: das Zurückziehen und Vorschieben des Schlößchens und das Zuschlagen der Kammer wurden durch automatische Bewegungen ersetzt, die eintraten, wenn die Kammer mittels des Kammergriffs nach links gedreht und zurückgezogen wurde. Es blieben somit nur drei Ladegriffe übrig: Öffnen der Kammer, Einladen der neuen Patrone, Schließen der Kammer. Zur Sicherung des geladenen Gewehres wurde eine Abzugssperre angebracht, die ein Vorschnellen des Schlagbolzens auch dann unmöglich machte, wenn aus Versehen der Abzug des gesicherten Gewehrs betätigt wurde. Auf die Beschreibung der näheren Einzelheiten soll verzichtet werden.

Der Nutzen einer großen Feuergeschwindigkeit hatte sich in den Kriegen 1864, 1866, 1870/71, 1877/78 deutlich gezeigt. Um die Feuergeschwindigkeit noch weiter zu steigern, hatte die Schweiz schon 1869 das von *Vetterli* konstruierte Magazingewehr eingeführt; bei diesem wurde allein durch das Öffnen und Schließen der Kammer, also ohne daß ein weiterer Ladegriff hinzukam, eine Patrone nach der andern aus einem Magazin in das Patronenlager eingeführt. Gegen die Verwendung von solchen Magazingewehren durch die Infanterie wurden, insbesondere von den Taktikern der verschiedenen Staaten, sehr lebhafte Einwendungen erhoben. Man befürchtete, daß ein vorzeitiges Verknallen der Patronen einsetzen, und daß es an Munition fehlen werde, wenn diese am nötigsten gebraucht werde. Der Streit für und gegen die Magazingewehre verstummte erst, als Deutschland im Jahre 1884 aus politischen Gründen (Boulanger-Krisis) im Vorderschaft seines Mausergewehrs M 71 ein Röhren-Magazin mit acht Patronen anbringen ließ. Auf die Einführung dieses als M 71/84 bezeichneten Gewehrs antwortete Frankreich 1886 mit der Einführung seines Lebel-Gewehrs von 8 mm Kaliber; dieses Gewehr enthielt anfangs ebenfalls ein Röhrenmagazin, später wurde letzteres durch ein Kastenmagazin ersetzt. Andere Staaten folgten mit der Annahme von Magazingewehren verschiedener Bauart; teils

Digitized by Google

wurden Röhrenmagazine, teils Trommelmagazine, teils Kastenmagazine gewählt. Die Röhrenmagazine, bei denen die Reservepatronen im Vorderschaft oder im Gewehrkolben untergebracht sind, haben den Nachteil, daß der Schwerpunkt des Gewehrs beim Schießen sich von einem Schuß zum andern verlegt und daß dadurch der richtige Anschlag des Gewehrs erschwert wird. Auch die Trommelmagazine zeigten sich nicht bequem genug. Deshalb sind schließlich alle Staaten zu Kastenmagazinen von 5 bis 10 Patronen übergegangen, die im Mittelschaft untereinander gelagert sind.

Mit der Einführung seines 8-mm-Gewehres System Lebel hatte Frankreich 1886 wieder einen Vorsprung vor Deutschland gewonnen. Auf die Vorteile eines kleineren Kalibers als 11 mm hatten nachdrücklich zwei Schweizer, Major *Rubin* in Thun und besonders Professor *Hebler* in Zürich, hingewiesen. Sie hatten durch Versuche und durch Rechnung gezeigt, daß durch Verkleinerung des Kalibers gegenüber 11 mm und durch Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses im Fall gleichen Abgangswinkels, also gleicher Visierstellung, nicht nur die Schußweite sich vergrößerte, sondern auch die Rasanz, die Gestrecktheit der Flugbahn, und damit der sogenannte bestrichene Raum, d. h. derjenige Teil des Flugbahn-Grundrisses, längs dessen ein aufrecht stehender Mann bis 2 m Höhe oder auch ein kleineres Ziel mit dem absteigenden Ast der Geschoßflugbahn bei Haltepunkt „Zielmitte" gerade noch getroffen werden kann. Da die Einführung des rauchschwachen Nitrocellulose-Pulvers, bei dem sich aus 1 g Pulver bei der Verbrennung eine größere Gasmenge und größere Wärmemenge als beim Schwarzpulver entwickelt, eine Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit leicht gestattete, so ging Deutschland 1888 ebenfalls zu dem Kaliber 8 mm, genauer 7,9 mm, über. Das neue Gewehr wurde als M 88 bezeichnet, Geschoßgewicht 14,7 g gegenüber 25 g bei M 71, Anfangsgeschwindigkeit 640 m/s gegenüber 430 m s bei M 71, Pulverladung 2,63 g Blättchenpulver gegenüber 5 g Schwarzpulver bei M 71, Zahl der vom einzelnen Soldaten mitzuführenden Patronen 120 gegenüber 80 bei M 71. Später, 1898, wurde sodann durch weitere Verminderung des Geschoßgewichts von 14,7 auf 10 g und unter Verwendung einer etwas anderen Sorte rauchschwachen Pulvers eine Anfangsgeschwindigkeit von 895 m s. erzielt. Zugleich wurde der Verschluß leicht abgeändert. Das neue Gewehr ist bezeichnet als Mausergewehr M 98. Neben dem normalen S-Geschoß (Spitzgeschoß) von 10 g werden zwei etwas schwerere Geschosse verwendet, das SmK-Geschoß (Spitzgeschoß mit Kern aus Stahl), zum Schießen gegen Panzer, und das sS-Geschoß (schweres Spitzgeschoß), zur Vergrößerung des bestrichenen Raums beim Schießen auf weite Entfernungen, besonders beim Maschinen-

Digitized by Google

gewehr verwendet. Die SmK- und die sS-Geschosse haben sogen. tronkonische Form, d. h. sie besitzen auf der Rückseite eine Verjüngung von der Form eines abgestumpften Kegels. Eine ähnliche Form hat das französische Infanteriegeschoß (balle D), im dicksten Teil ist der Durchmesser 8,2 mm, hinten 7,4 mm, Geschoßlänge 4,9 Kaliber gegenüber 3,54 Kaliber beim S-Geschoß, Gewicht 12,8 g.

Blickt man zurück auf die Entwicklung der nichtautomatischen Armeegewehre, so sieht man, daß im Laufe der Jahrzehnte das Kaliber und das Geschoßgewicht immer kleiner, die Anfangsgeschwindigkeit immer größer gewählt wurden. Dieser Entwicklungsgang sei durch eine Zahlentafel für die preußisch-deutschen Gewehre und durch eine ebensolche für die schweizerischen Armeegewehre weiterhin verdeutlicht:

	Kaliber mm	Geschoßgewicht g	Anfangsgeschwindigkeit m/s	Geschoßform
Steinschloßgewehr . .	18,5	32	200 (?)	Kugel
ZündnadelgewehrM/41	15,43	31	285	Eiform
Mausergewehr M/71 .	11	25	430	zylindrisch, vorn abgerundet
Mausergewehr M 88 .	7,9	14,7	640	ebenso
Mausergewehr M 98.S	7,9	10(S)	895(S)	vorn zugespitzt(S)

	Kaliber mm	Geschoßgewicht g	Anfangsgeschwindigkeit m/s	Geschoßform	Gipfelhöhe bei 500 m Entfernung m	Gipfelhöhe bei 1500 m Entfernung m
Schweiz gezog. Vorderlader Vetterli	10,4	20,2	435	rund	3,1	53,8
Schweiz Gewehr M 89 96	7,5	13,8	615	rund	1,64	36,8
Schweiz Gewehr M/1911 .	7,5	11,3	805	Spindel	0,62	14,1

Diese allmähliche Verkleinerung des Kalibers und des Geschoßgewichts, verbunden mit einer Steigerung der Anfangsgeschwindigkeit und der Rasanz, hat natürlich tiefere Gründe. Dies sind die folgenden:

1. Das Gewicht des ganzen Gewehrs darf eine bestimmte Höchstgrenze nicht überschreiten, da der Soldat auch auf langen Märschen das Gewehr zu tragen hat, und da beim Schießen ein bequemes An-

Digitized by Google

schlagen möglich sein muß. Diese Grenze ist 4 bis 4,7 kg. Schon *Friedrich der Große* hatte dies berücksichtigt. Das preußische Steinschloßgewehr zur Zeit des siebenjährigen Krieges wog 4,75 kg. Ferner darf die Wucht des Rückstoßes nicht so groß sein, daß der Rückstoß von der Schulter des Mannes nicht mehr leicht aufgefangen werden könnte. Nun ist, wenn wir hier angenähert von der Bewegung der verbrannten und unverbrannten Ladung absehen, die maximale Bewegungsgröße des Gewehrs nach rückwärts gleich der maximalen Bewegungsgröße des Geschosses nach vorwärts, folglich die maximale Energie des Rückstoßes gleich der Energie des aus der Mündung der Waffe austretenden Geschosses, verkleinert im Verhältnis der Geschoßmasse zur Masse des Gewehrs. Hier bedingt die begrenzte Körperkraft des Schützen eine obere Grenze von etwa 4,7 kg für das noch zulässige Gewicht des Gewehrs, das getragen und angeschlagen werden muß, und außerdem eine obere Grenze von höchstens 2 mkg für die zulässige Wucht des Rückstoßes. Folglich ist eine Höchstgrenze gegeben für das Produkt aus dem Geschoßgewicht (genauer aus dem Geschoßgewicht plus dem rd. 1,7 fachen des Gewichts der Pulverladung) und aus der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses. Dieses Produkt darf nicht wesentlich über den Betrag von etwa 15 mkg/s hinausgehen. Soll also die Anfangsgeschwindigkeit größer gewählt werden, so muß dementsprechend das Geschoßgewicht herabgesetzt werden, da sonst der Rückstoß nicht mehr erträglich sein könnte.

2. Dieser Bedingung steht eine andere Bedingung gegenüber: Die Wahl des Kalibers, des Geschoßgewichts und der Geschoßform, sowie die Wahl der Anfangsgeschwindigkeit muß so getroffen werden, daß die Gestalt der Flugbahn des Geschosses eine möglichst günstige ist, d. h. so, daß durch den Luftwiderstand die wirkliche Flugbahn möglichst wenig gegenüber der betreffenden Flugbahn des leeren Raums abgeändert wird. Wie sehr der Einfluß des Luftwiderstandes bei den verhältnismäßig leichten Gewehrgeschossen in Betracht kommt, zeigt das folgende Beispiel: Im leeren Raum, also wenn die Luft nicht vorhanden wäre, würde das deutsche S-Geschoß mit seiner Anfangsgeschwindigkeit von 895 m/s bei einem Abgangswinkel von 4° 30', d. h. bei Verwendung der Visierstellung „2000", eine Schußweite von 12 700 m im Mündungshorizont erreichen, die Geschoßgeschwindigkeit beim Auftreffen wäre ebenso groß wie die Anfangsgeschwindigkeit, nämlich 895 m/s; und der spitze Auffallwinkel wäre gleich dem Abgangswinkel 4° 30'. Dagegen im lufterfüllten Raum, also in Wirklichkeit, ist die Schußweite nur 2000 m, oder nur 16 v H von derjenigen im Vakuum, die Auftreffgeschwindigkeit ist nur 155 m/s oder 17 v H von 895 m/s, die Auftreffwucht 12 mkg, statt 408 mkg, der spitze Auffallwinkel 13° 2', statt 4° 30'. Das

Digitized by Google

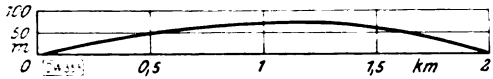


Abb. 8 Flugbahn des Infanterie-S-Geschosses Schußweite 2000 m, Gipfelhöhe rd. 70 m Abgangswinkel 4° 30'

Abb. 9 Bestrichener Raum zu Abb. 8 in vergrößertem Maßstab. Zielhöhe 2 m

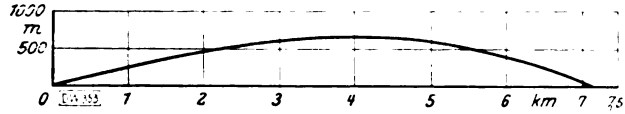


Abb. 10 Flugbahn einer Feldkanonen-Granate Abgangswinkel 15°

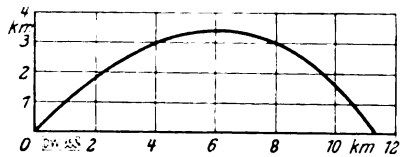


Abb. 11 Flugbahn des Geschosses einer schweren Feldhaubitze Abgangswinkel 45°

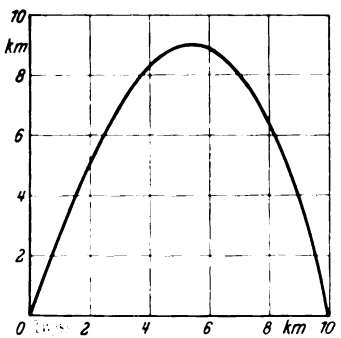


Abb. 12 Flugbahn des Geschosses einer Flugabwehrkanone Abgangswinkel 70°

Geschoß schlägt also unter einem weit steileren Winkel auf, oder der für das Strichfeuer maßgebende bestrichene Raum ist erheblich kleiner als dies im Vakuum der Fall wäre, s. a. Abb. 8 und 9.

Nun kommt bei gleicher Anfangsgeschwindigkeit und bei gleichem Abgangswinkel der Einfluß des Luftwiderstands um so weniger störend in Betracht, oder mit anderen Worten, es nähert sich die Gestalt der wirklichen Flugbahn um so mehr der Flugbahn des leeren Raums, je kleiner der sogenannte ballistische Koeffizient ist, von dem sogleich kurz die Rede sein wird. Bei gleichem Abgangswinkel und gleichem ballistischen Koeffizienten, sowie bei gleicher Witterung, ist die Schußweite um so größer, je größer die Anfangsgeschwindigkeit ist. Der ballistische Koeffizient ist umgekehrt proportional der Querschnittbelastung, d. h. dem Quotienten aus Geschoßgewicht und Geschoßquerschnitt und proportional dem Formkoeffizienten. Der letztere ist um so kleiner, also zur Überwindung des Luftwiderstandes um so günstiger, je mehr das mit Überschallgeschwindigkeit fliegende Geschoß vorne zugespitzt ist. Günstig

Digitized by Google

hat sich auch die schon erwähnte mäßige Verjüngung des hinteren Geschoßteils erwiesen, während eine völlige Torpedoform des Gewehrgeschosses dessen Stabilität in der Luft vermindert. Man sieht also: Die Rückstoßwucht der Waffe macht es notwendig, daß das Produkt aus Geschoßgewicht und Anfangsgeschwindigkeit eine zulässige Grenze nicht überschreitet; Vergrößerung der Schußweite erfordert Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit unter sonst gleichen Umständen. Möglichste Verkleinerung des ballistischen Koeffizienten oder möglichste Annäherung an die Flugbahn des leeren Raums wird bewirkt durch Verkleinerung des Geschoßquerschnitts und somit des Kalibers bei gleicher Geschoßmasse oder durch Vergrößerung der Geschoßmasse bei gleichem Kaliber oder endlich durch Zuspitzung des Geschosses bei gleicher Geschoßmasse und gleichem Kaliber.

3. Aber eine sehr bedeutende Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit verbietet sich dadurch, daß, wenn die Pulverladung nicht wesentlich vergrößert werden soll, der Lauf des Gewehrs zu lang genommen werden müßte; wenn andererseits die Länge und die Wanddicke des Laufs bleiben soll, so würde infolge der Verstärkung der Pulverladung der Gasdruck so hoch, daß der Lauf und Verschluß, und damit der Schütze, gefährdet würde. Soll letzteres nicht der Fall sein, so müßte die Wanddicke usw. so vergrößert werden, daß die Höchstgrenze von 4,7 kg für das Gewicht des ganzen Gewehrs bald überschritten würde.

4. Noch eine weitere Folge hätte eine bedeutende Erhöhung der Anfangsgeschwindigkeit, etwa über 900 oder 1000 m/s hinaus: Da das Produkt aus Anfangsgeschwindigkeit und Geschoßgewicht nicht gesteigert werden darf, müßte das Geschoßgewicht entsprechend verkleinert werden. Diese Maßnahme würde aber unter Umständen die Gestalt der Flugbahn ungünstig beeinflussen, indem die Schußweite und die Rasanz nicht eine Zunahme, sondern eine A b n a h m e erfahren würde. Um dies einzusehen, braucht man sich nur den extremen Fall vorzustellen, daß es gelingen könnte, ein spezifisch sehr leichtes Geschoß, etwa aus Aluminium, von der Größe und der Form des S-Geschosses, mit der enormen Anfangsgeschwindigkeit von 2000 m/s aus dem Gewehr M 98 unter dem Abgangswinkel 32° zu verschießen. In nächster Nähe der Mündung wäre die Flugbahn äußerst rasant, aber sehr rasch würde die Geschoßgeschwindigkeit abnehmen, daß Geschoß würde unter steilem Winkel einschlagen, und die Schußweite würde nur 1600 m sein, während bei dem gleichen Abgangswinkel 32° das schwerere S-Geschoß trotz seiner weit kleineren Anfangsgeschwindigkeit die Maximalschußweite von 3400 m erreicht. Auch die nachfolgenden Zahlen, die sich auf die drei verschieden schweren deutschen Gewehrgeschosse zum Ge-

Digitized by Google

wehr M/98, und dabei auf die Anfangsgeschwindigkeit v_0, die Geschoßgewichte P, die Flugzeiten T, die Auffallgeschwindigkeiten v_e, die Auffallenergien E, und die Tangens der Abgangswinkel α und der spitzen Auffallwinkel ω für die Schußweite von 2000 m beziehen, lassen das Gesagte erkennen:

	v_0 in m s	P in g	T in s	v_e in m s	E in m kg	tg α	tg ω
sS-Geschoß. .	785	12,85	5,3	251	40	0,0515	0,1056
smK-Geschoß	815	11,55	5,9	201	24	0,0611	0,1389
S-Geschoß . .	895	10	6,8	153	12	0,0788	0,2316

5. Eine bedeutende Verkleinerung des Kalibers, etwa unter 5 mm herab, würde ebenfalls Mißstände mit sich bringen, wenn es sich darum handelt, eine bestimmte Geschoßmasse zu verschießen und somit eine bestimmte Schußweite und eine genügende Rasanz zu erzielen. Denn dann müßte die gegebene Geschoßmasse auf den kleinen Querschnitt gesetzt werden, die Gesamtlänge des Geschosses würde u. U. ungebührlich vergrößert. Wenn aber die Geschoßlänge wesentlich über 5,5-Kaliber gewählt wird, müßte zur Aufrechterhaltung der Stabilität des Geschosses bei dessen Flug durch die Luft der Drall so sehr verstärkt werden, daß das Geschoß schließlich nicht mehr den Zügen folgt. Außerdem würde bei einer weiter und weiter gehenden Kaliberverkleinerung der Hauptzweck des Armeegewehrs, nämlich der Zweck, den getroffenen Gegner kampfunfähig zu machen, immer weniger erreicht werden, da die Wunde zu gering sein würde. Wenn man sich den extremen Fall vorstellt, daß ein Geschoß von der Form einer Nähnadel benützt wird, leuchtet das Gesagte ohne weiteres ein, zumal im Hinblick auf die bekannten Fakirexperimente. Die Geschoßlänge ließe sich, bei gegebenem Geschoßgewicht, für ein wesentlich kleineres Kaliber nur dadurch genügend klein halten, daß man statt Blei und Stahl ein Geschoßmaterial von wesentlich höherem spezifischen Gewicht wählt.

Die vorstehenden schießtechnischen Erwägungen betreffs Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit und Verkleinerung von Kaliber und Geschoßgewicht könnten quantitativ mit Hilfe von mathematischen Formeln dargestellt werden. Hier möchten wir jedoch die Ergebnisse lediglich qualitativ, in Worten, zusammenfassen:

1. Die Anfangsgeschwindigkeit muß möglichst groß gewählt werden, mit Rücksicht auf die Schußweite, auf die Rasanz der Flugbahn und damit auf die Größe des bestrichenen Raums, sowie auf die Durchschlagskraft im Ziel.

Aber die Anfangsgeschwindigkeit erhält nach oben hin ihre Begrenzung durch die Rücksicht auf die Rückstoßwucht, ferner auf die

Digitized by Google

zulässige Lauflänge, auf den zulässigen Gasdruck, folglich auch auf die Haltbarkeit und das Gewicht der Waffe.

2. Das Kaliber und, da bei Verwendung des gleichen Geschoßmaterials die Gesamtlänge des Geschosses durch die Stabilitätsbedingung begrenzt ist, auch das Gewicht des Geschosses müssen möglichst klein gewählt werden, mit Rücksicht auf die Überwindung des Luftwiderstands, auf die Rückstoßwucht, das Gewehrgewicht und auf die Patronenzahl der Kriegs-Taschenmunition.

Aber nach unten hin ist das Kaliber und das Geschoßgewicht begrenzt durch die Rücksicht auf die Schußweite, die Flugbahn-Rasanz, die Größe des bestrichenen Raums, die Durchschlagsenergie im Ziel und die Verwundbarkeit.

Durch solche Erwägungen und zahlreiche Schießversuche sind schließlich alle Staaten zu Armeegewehren gelangt, die untereinander sehr ähnlich sind. Im Kriege 1914/18 war kein Infanteriegewehr einem gegnerischen so stark überlegen, wie dies noch bei Beginn des Krieges 1870/71 der Fall gewesen war. Fast durchweg ist ein Kaliber von ungefähr 8 mm gewählt worden. Nur Italien ist in seinem Gewehr M/91 zu dem Kaliber 6,5 mm übergegangen; doch ist auf 2000 m Schußweite die Scheitelhöhe des italienischen Geschosses fast genau ebenso groß, 72,3 m, wie diejenige des deutschen S-Geschosses, 74,4 m, auf die gleiche Entfernung. Auf 400 m Schußweite ist die Scheitelhöhe des deutschen etwas kleiner als die Scheitelhöhe des italienischen, also auf nahe Entfernungen hat das deutsche S-Geschoß, auf große Entfernungen hat das italienische Geschoß eine etwas größere Rasanz. Das gleiche ist zu sagen von dem deutschen S-Geschoß gegenüber dem französischen balle D: auf 400 m Entfernung ist die Scheitelhöhe bei S 0,39 m, bei D 0,52 m, die Auftreffgeschwindigkeit bei S 586 m/s, bei D 532 m/s, dagegen auf 2000 m Entfernung Scheitelhöhe bei S 74,4 m, bei D 41,5 m, Auftreffgeschwindigkeit bei S 153 m/s, bei D 242 m/s, also auf nahe Entfernungen, bis rd. 700 m, ist hinsichtlich der Rasanz das deutsche Gewehr dem französischen überlegen, auf größere Entfernungen findet das Umgekehrte statt. Wenn der Infanterist mit 3 kg Taschenmunition ausgerüstet werden soll, so kann der deutsche 120 Stück tragen, der französische 108. Übrigens sind bei Verwendung der deutschen sS-Munition anstelle der S-Munition die beiden Gewehre, das deutsche und das französische, einander fast völlig gleich. Was im übrigen die Konstruktion der in den einzelnen Staaten z. Zt. eingeführten Armeegewehre anlangt, so sind jetzt durchweg Zylinder- (Dreh-Kolben-) Verschlüsse mit zwei bis drei Warzen verwendet, durchweg Kasten-Magazine mit fünf bis zehn Patronen. Alle Gewehre haben vier rechtsgewundene Züge von konstantem Drallwinkel (nur England hat in seinem Lee-Gewehr

Digitized by Google

sieben linksgewundene Züge, auch Frankreich hat Linksdrall, Italien allein Progressiv-Drall). Das Pulver ist überall Nitrocellulosepulver, nur das englische und das italienische Gewehrpulver haben Beimengungen von Nitroglyzerin. Die sonstigen kleinen Unterschiede ersieht man aus der nachstehenden Zahlentafel (nach *Zimmerle*):

	Oesterreich Gewehr M 95	Frankreich Gewehr M 06 16 mit balle D	Deutschland Gewehr M 98 mit S-Munition	England Gewehr M 03	Rußland Gewehr M 91	Schweiz Gewehr M 09	Italien Gewehr M 91
Kaliber, mm	8	8	7,9	7,7	7,6	7,5	6,5
Größte Visierstellung, m	1950	2400	2000	2550	1920	2000	2000
Kleinste Visierstellung, m	375	400	400	182	285	300	450
Drallänge, Kaliber	25	24	24	24	24	27	im Anfang 52 am Ende 20
Geschoßgewicht, g . . .	15,8	12,8	10,05	13,86	9,6	11,3	10,5
Pulverladung, g	2,75	2,90	3,05	2,01	3,25	3,20	2,25
Zahl der Patronen der Taschenmunition . . .	100	88	150	100	150	150	162
Gewicht des Gewehres, kg	3,6	4,2	4,1	3,8	4,05	4,5	3,8
Anfangsgeschwindigkeit m/s	620	710	895	610	885	825	710
Querschnittsbelastung g/cm²	31	25,5	20,4	30	21	25,6	31,7

Kurz zu erwähnen sind noch die automatischen Gewehre, also die Selbstladegewehre und Maschinengewehre; diese haben bekanntlich in den letzten Jahrzehnten eine immer größere Bedeutung gewonnen. Bei ihnen geht das Öffnen des Verschlusses, das Auswerfen der leeren Patronenhülsen und das Einführen der neuen Patronen selbsttätig vor sich, je nach der Betätigung des Abzugs kann eine solche Waffe Einzelfeuer oder Reihenfeuer abgeben. Das selbsttätige Öffnen des Verschlusses erfolgt entweder durch die Rücklaufbewegung des Rohrs oder dadurch, daß in der Nähe der Mündung das Rohr angebohrt ist, und daß, wenn das Geschoß über diese Stelle hinweggekommen ist, durch die Bohrung Pulvergase in einen Kanal austreten und mittels eines Kolbens den Verschluß entriegeln. Besonders wichtig ist bei allen solchen Automaten, daß der Verschluß erst dann geöffnet wird, wenn das Geschoß bereits die Mündung verlassen hat, also die Waffe nicht mehr unter hohem Druck steht.

Digitized by Google

Hierzu ist eine große Anzahl von sinnreichen Mechanismen konstruiert worden, darüber vergleiche man das Buch von *Däniker*.

Die Bewegungsenergie der aus der Mündung austretenden Pulvergase wird beim Verfeuern von Platzpatronen aus automatischen Rückstoßladern dazu benützt, um bei dem Aufprall dieser Pulvergase auf eine feste Hohlfläche mittels des Rückdrucks der Gase den Rückstoß des Laufs zu verstärken und damit das Funktionieren des Maschinengewehrs auch in diesem Fall zu ermöglichen.

An dem gewöhnlichen nichtautomatischen Gewehr wurde während des Weltkriegs diese Energie der aus der Mündung austretenden Pulvergase zum Werfen von sogen. Gewehr-Granaten verwendet. Auf den Mündungsteil des Laufs wird ein Schießtrichter geschoben, und in diesen wird eine kugelförmige, mit Sprengstoff und mit Aufschlagzünder versehene Granate eingelegt, die in der Richtung der verlängerten Seelenachse des Gewehrs eine Bohrung enthält. Beim Schuß gleitet das normale Gewehrgeschoß durch diese Bohrung der Granate hindurch. Die aus der Gewehrmündung austretenden Pulvergase drücken auf den Boden der in dem Schießtrichter liegenden Granate und schleudern diese hinaus. Es werden Schußweiten von 150 bis 200 m bei einem Granatgewicht von 500 g erreicht.

Das Zielen erfolgt beim gewöhnlichen Gewehr bekanntlich über Visier und Korn. Mit dieser Art des Zielens ist der Übelstand verbunden, daß das Auge nicht gleichzeitig die nahe Visierkimme, die weiter entfernte Kornspitze und das Ziel scharf zu sehen vermag. Deshalb wurden während des Grabenkriegs vielfach die (von den Jägern schon lange vorher benützten) auf den Lauf fest aufgeschraubten Visierfernrohre verwendet.

Über die Faustfeuerwaffen ist an dieser Stelle wenig zu sagen. Sie haben im großen ganzen eine ähnliche Entwicklung durchgemacht wie die Gewehre; nur hat sich bei den Repetierpistolen, den Revolvern, das Trommelmagazin längere Zeit gehalten als bei den Gewehren.

Wenn von der zukünftigen Weiterentwicklung der Armeegewehre hier überhaupt die Rede sein soll, so möchten wir nur einige Vermutungen erwähnen, die in der Literatur aufgetreten sind: Erstens sind ernsthafte Schießtechniker z. Teil der Meinung, daß künftig das Maschinengewehr immer mehr die eigentliche Hauptwaffe der Infanterie bildet, und daß, je weniger geschlossen die Kampfweise sein wird, um so mehr das gewöhnliche, nichtautomatische Gewehr nur noch die individuelle Waffe des Einzelkämpfers darstellt, die insbesondere für nahe Entfernungen bestimmt ist. Falls dies zutrifft, wird das deutsche Infanteriegewehr, dessen S-Geschoß auf nahe Ent-

Digitized by Google

fernungen die größte Rasanz aufweist, von keinem anderen Armeegewehr übertroffen sein. Zweitens wird behauptet, daß die Lauflänge etwas zu groß sei. Drittens wird vermutet, daß das Kaliber noch weiter werde verringert werden, indem als Stoff des Geschoßkerns statt Blei das spezifisch schwerere Wolfram in Anwendung gebracht werde. Endlich viertens wagen einige die Vermutung, daß es in absehbarer Zeit gelingen werde, eine Patronenhülse herzustellen, die beim Schuß vollständig in Gas verwandelt wird, so daß ein Auswerfen der leeren Hülse wegfällt. Wir unsererseits enthalten uns jeder Prophezeiung.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Artillerie

Der Weg, der im Lauf der Jahrhunderte zu den Handfeuerwaffen führte, und zwar in klarer logischer Entwicklung von den Nahkampfwaffen über Wurflanze, Pfeil und Bogen, Armbrust zu den ersten Donnerbüchsen, bietet physikalisch-technisch großes Interesse; denn dieser Weg ist ein Beispiel dafür, wie der Mensch lange vor wissenschaftlicher Erkenntnis mehr oder weniger intuitiv es lernte, das Gesetz der Erhaltung der Energie immer geschickter für einen gegebenen Zweck zu verwenden. Bei der Wurflanze steht eine gegebene Körperkraft zur Betätigung auf gegebenem Wege zur Verfügung, somit läßt sich dieser Waffe, bei gegebenem Gewicht derselben, eine begrenzte Geschwindigkeit erteilen. Würde man die Waffe erleichtern, so würde man die Wurfgeschwindigkeit erhöhen, aber nur in verhältnismäßig geringem Maße, denn die Hand und der Arm sind stets mit zu beschleunigen. Beim Bogen wird etwa die gleiche Körperkraft auf etwa dem gleichen Wege verwendet, um im elastischen Bogen die gleiche Energie potentiell aufzuspeichern. Diese Energie wird aber dann dazu benutzt, um einem leichten Geschoß, das nicht durch die Masse des Armes belastet ist, die gleiche Energie in Form großer Geschwindigkeit mitzugeben und so (der Luftwiderstand spielt bei den in Betracht kommenden Geschwindigkeiten noch keine wesentliche Rolle) dem Pfeil größere Schußweiten zu ermöglichen, als sie mit der Wurflanze zu erreichen waren. In der Armbrust wird durch die Anwendung einfacher Maschinenteile die menschliche Kraft auf großem Wege zur Arbeit gezwungen, um die Armbrustsehne gegen die große Spannkraft einer Feder ein kurzes Stück zurückzuziehen und auf diese Weise ein Vielfaches der Energie, die einem gewöhnlichen Bogen erteilt werden kann, aufzuspeichern. So wird dem Bolzen der Armbrust eine weit größere Anfangsgeschwindigkeit und Wucht erteilt als dem Bogenpfeil.

Von diesem Gesichtspunkt aus angesehen ist das Gewehr nur eine vervollkommnete Armbrust, denn auch hier wird die (im Pulver) aufgespeicherte Energie benutzt, um ein Geschoß auf kurzem Weg mit großer Kraft zu beschleunigen. Nur war es hier nicht menschliche Körperkraft, die Energie ansammelte, sondern die Sonne, die durch Strahlung die Energie vor Jahrtausenden in der Kohle aufspeicherte, die im Schwarzpulver enthalten ist.

Während nun die Entwicklung der Handfeuerwaffen aus dem Kampf gegen lebende Ziele heraus erfolgte, haben wir den Ursprung des Geschützwesens in den Belagerungsmaschinen des Altertums zu

Digitized by Google

suchen. Die römische Kriegskunst hatte es schon verstanden, aus ins riesige vergrößerten Armbrüsten Balken und Geschosse zu verschießen und damit Tore und Zinnen befestigter Plätze zu zerstören, auch allerlei liebliche Gegenstände wie Stinktöpfe, Glühkugeln usw. ins Innere der Festungen zu schleudern. Es war hier schon beim einzelnen Schuß die Arbeitskraft mehrerer Menschen auf großem Wege zu einer Energieaufspeicherung verwendet, die wieder ein Vielfaches dessen war, was eine einfache Armbrust aufzunehmen vermag. Im Mittelalter war aber ein großer Teil der Belagerungskunst der Alten, wenigstens bei den abendländischen Erben der römischen Kultur, in Vergessenheit geraten, und die Ritter auf ihren Burgen waren für die damaligen Heere fast unangreifbar. In dieser Zeit, wo von den Türmen einer Feste herab der Angreifer mit Hohn und Spott überschüttet wurde, wirkte es überraschend, als mit dem Bekanntwerden der Möglichkeiten, die das Schwarzpulver bot, schwere Steinkugeln die Burgmauern, die solange allen Angriffen getrotzt hatten, in Trümmer legten.

Die ersten Geschütze waren also das, was wir heute Belagerungsgeschütze nennen. Ihr Gewicht war durch die Möglichkeit, sie mit Pferden heranzubringen, begrenzt. Innerhalb dieser Gewichtsgrenzen suchte man allmählich die Wirkung zu steigern, indem man für die Geschosse spezifisch schwereres Material, also z. B. Eisen, verwendete, weil auf diese Weise, wie schon früher angedeutet, die Schußweite und die Auftreffwucht vergrößert werden konnten.

Wenn man nun auch bei den ersten Geschützen mehr auf Materialzerstörung aus war, ist es leicht einzusehen, daß bei der nicht ausreichenden Wirkung und Schußweite der Handfeuerwaffen als natürliche Abwehrwaffen Festungsgeschütze entstehen mußten, die die Belagerungsgeschütze zerstören und ihre Bedienungen vernichten sollten.

Während den Handfeuerwaffen beim Kampf zwischen beiderseitigem Fußvolk zunächst nur in einfachster Weise die zum Treffen nötige Richtung gegeben wurde — das Ziel war sehr nahe und groß —, lagen die Verhältnisse bei den Kanonen von vornherein anders. Hier mußten nacheinander mehrere Geschosse möglichst nahe an dem gleichen Punkt auftreffen, wenn man eine Bresche erzielen wollte. Es mußten also schon sehr frühzeitig gewisse Kenntnisse über die Flugbahneigenschaften erworben werden, d. h. über die Form der Flugbahn als solche und über den Einfluß von Größe der Kugel und der Treibladung. Es waren dies Kenntnisse, die den ersten Anfängen der theoretischen Mechanik vorauseilten, zumindest mit diesen Anfängen zusammenfielen. Kein Wunder, daß in dem ersten Abschnitt der Neuzeit die Artilleristen eine mit geheimem Wissen ausgestattete und von Aberglauben umwobene Zunft darstellten.

Digitized by Google

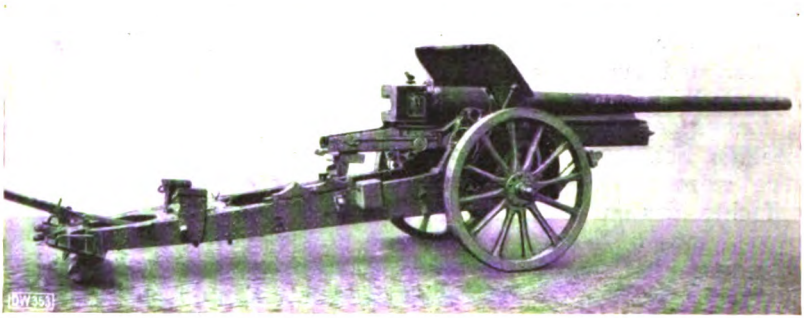


Abb. 13. Feldkanone

Wenn wir so zuerst eine schwere Artillerie entstehen sehen, die bis in die neueste Zeit ihre gesonderten Wege ging, so machte sich die Kriegskunst die Möglichkeiten, die die neue Waffe bot, doch bald zunutze, um auch in der Feldschlacht die feindlichen Truppen aus der Ferne zu beschießen. Es entstand die Feldartillerie, bei der als Konstruktionsbedingung ein so geringes Fahrzeuggewicht und Geschützgewicht verlangt wurde, daß die Waffe, von Pferden gezogen, den Bewegungen des Feldheeres überall hin schmiegsam zu folgen vermochte und auch noch von der Bedienung in der Stellung genügend bewegt werden konnte. Die Feldartillerie hat aber bis zum Schluß des 18. Jahrhunderts keine ausschlaggebende Bedeutung erlangt, so lange nämlich nicht, wie die Wirkung der Handfeuerwaffen überwog. Erst als einerseits die Lineartaktik verschwand und man andererseits lernte, mit Granaten, d. h. mit pulvergefüllten Geschossen, die am Ziele eingetroffen explodierten, die Wirkung des Kanonenschusses gegen lebende Ziele zu vervielfachen, beginnt die Feldartillerie eine Hauptrolle in der Feldschlacht zu spielen.

Es ist indes nicht unsere Absicht, die Entwicklung der Geschütze von ihren Uranfängen an zu schildern, sondern wir wollen die wesentlichen Aufgaben der schweren und der leichten Artillerie — Materialzerstörung einerseits, Weitertragen der Wirkung, die mit Handfeuerwaffen in der Nähe erzielt werden konnte, andererseits — nur kurz anführen, weil die Aufgabenstellung jahrhundertelang die gleiche blieb, und auch die Geschützarten im Prinzip unverändert blieben, bis das Jahrhundert der Erfindungen auf technischem und chemischem Gebiet es den Artilleristen klarmachte, daß auf Grund der unverändert gebliebenen Gewichtbedingung ihre Waffenwirkung in ungeahntem Maße vergrößert und in die Ferne getragen werden könnte und auch müßte, da inzwischen, wie oben dargelegt, die

Digitized by Google

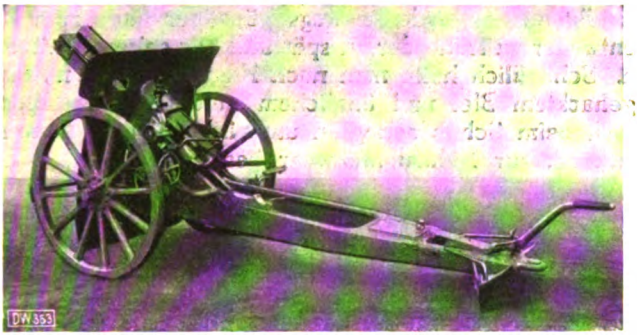


Abb. 14
Feldhaubitze

Tragweite und Durchschlagwirkung der Handfeuerwaffen sich so sehr gesteigert hatte.

Welche Wege die neuere Entwicklung der Artillerie ging, soll hier in großen Zügen aufgezeigt werden.

Wir wollen als Ausgangspunkt die Lage kurz vor Einführung der gezogenen Gewehre wählen. Zu dieser Zeit, also um das Jahr 1840, war der Stand der Artilleriebewaffnung in den europäischen Heeren etwa folgender: Es gab glatte Kanonen, Haubitzen und Mörser, alles Vorderlader. Kanonen nannte man die Geschütze, die mit geringen Erhöhungen, also mit flachen Bahnen schossen. Haubitzen warfen ihre Geschosse in gekrümmten Bahnen mit Abgangswinkeln bis zu 45°. Die Mörser schossen im Steilfeuer, d. h. mit Abgangswinkeln zwischen 45 und etwa 70°; s. a. Abb. 10 bis 12. Ansichten zeigen die Abb. 13 bis 15. Die Geschütze verfeuerten Granaten, d. h. hohle, mit Schwarzpulver geladene Eisenkugeln, die als Zünder eine mit Pulversatz ausgefüllte oder mit einer Zündschnur versehene Röhre trugen, wobei der Zünder beim Abfeuern der Kanone durch die am Geschoß vorbeistreichenden Pulvergase entzündet wurde. Die Brenndauer des Zünders war so bemessen, daß das Geschoß unzerlegt am Ziele ankam und dort erst nach einiger Zeit explodierte. Sie gab so zu häufig erwähnten Heldentaten Gelegenheit, wenn beherzte Kämpfer das fauchende Ungetüm aufhoben und an eine Stelle trugen, wo es nicht mehr schaden konnte, immer in Gefahr, daß das Geschoß während des Tragens losging. Weiter kannte man bereits Schrapnells, damals nichts anderes als Granaten, bei denen im Pulversatz Kugeln eingebettet waren. Die Brenndauer ihres im Prinzip dem Granatzünder gleichen Zünders war so kurz, daß die Geschosse während des Fluges in der Luft zersprangen. Im allgemeinen konnte man nur eine begrenzte Zahl von Brennlängen einstellen, etwa drei. So kam es, daß die

Digitized by Google

Schrapnells im allgemeinen in keineswegs günstiger Lage zum Ziel explodierten, entweder zu früh oder zu spät und nur selten genügend wirksam waren. Schließlich hatte man noch Kartätschen, d. h. mit Kugeln, gehacktem Blei und ähnlichem gefüllte dünne Blechbüchsen, die sich beim Schuß zerlegten und, ähnlich dem Gewehrschrotschuß wirkend, zur Nahkampfabwehr bestimmt waren.

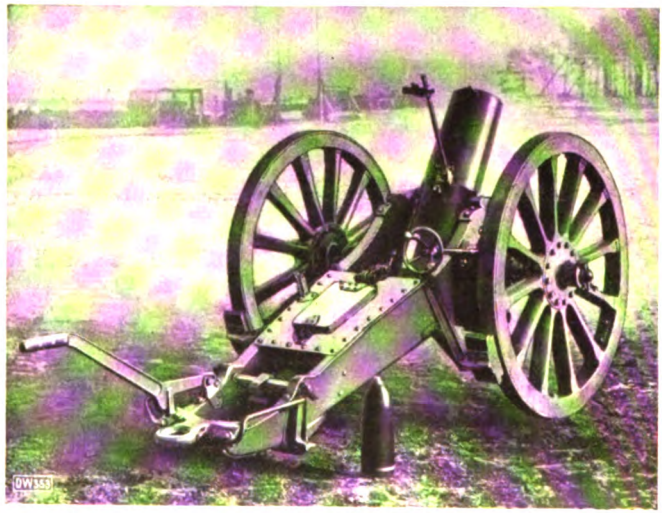


Abb. 15
Mörser

Die Granaten und Schrapnells hatten exzentrische Schwerpunktslage, und zwar aus folgendem Grund:

Die aus den glatten Vorderladern verfeuerten Kugeln wiesen eine sehr bedeutende Streuung nach der Länge und nach der Seite auf. Die Ursache dieser Streuung lag in unregelmäßigen Drehungen der kugelförmigen Geschosse. Hervorgerufen waren diese Drehungen durch unregelmäßiges Anstoßen der Kugeln, die im Rohr stets etwas Spielraum besaßen. Um diese unregelmäßigen Rotationen und die dadurch bewirkten zufälligen Abweichungen der Kugeln zu regelmäßigen, also vorher bestimmbaren, zu machen, wurden in Preußen von 1827 ab und dann auch in Frankreich sogenannte exzentrische Kugeln benützt, deren Schwerpunkt nicht mit dem geometrischen Mittelpunkt zusammenfiel. Die Lage des Schwerpunktes und der Grad der Exzentrizität wurde ermittelt, indem man die Kugel in einer Wanne mit Quecksilber schwimmen ließ. Wurde nun eine solche exzentrische Kugel mit „Schwerpunkt oben" in das Rohr gelegt, so ergab sich bei einer Rohrerhöhung unter 45° ein Flachbahnschuß mit großer Schußweite; mit „Schwerpunkt unten" ein Steilschuß

Digitized by Google

mit kleiner Schußweite; bei „Schwerpunkt rechts" trat Rechtsabweichung ein; bei „Schwerpunkt links" Linksabweichung. Zum Beispiel fand man bei Schießversuchen zu Metz 1839 mit Kaliber 22 cm, Abgangswinkel 4° 6', Kugelgewicht 29,9 kg folgendes: Ohne Exzentrizität Schußweite 869 m; mit einer Exzentrizität von 0,002 m bei Schwerpunkt unten eine Schußweite von 712 m, bei Schwerpunkt oben eine Schußweite von 1163 m.

Der physikalische Grund der erwähnten Abweichungen ist in dem bekannten Effekt zu suchen, der 1852 von Professor *Magnus* in Berlin durch systematische Laboratoriumsexperimente aufgezeigt und erläutert wurde und der vor kurzem bei den Flettnerschen Rotorschiffen wieder von sich reden gemacht hat („Magnus-Effekt").

Da die Verwendung dieser exzentrischen Kugeln die Streuungen in der Tat stark verringerte, hielt sich diese Sorte von Geschossen etwa 30 Jahre lang.

Die Lafetten waren aus Holz und liefen beim Schuß meist frei zurück; sie mußten dann wieder vorgebracht werden.

Als Richtvorrichtungen dienten Aufsätze, d. h. vorn am Rohr befand sich ein Visierkorn, und hinten wurde auf das Rohr in ein dort befindliches Lager in der Vertikalebene, die man durch das Visierkorn parallel zur Seelenachse gelegt dachte, eine Stange aufgesetzt, an welcher sich ein mit einer Visierkimme ausgestatteter Schieber auf und nieder schieben ließ. Je nach der Entfernung des Zieles wurde der Schieber entsprechend hochgeschoben längs einer Einteilung. Ferner ließ sich der Schieber bei späteren Vervollkommnungen der Konstruktion seitlich verschieben, um Windkorrekturen und dergleichen zu erteilen.

Wichtig waren noch Wischer zum Entfernen der nachglimmenden Pulverbeutelreste aus dem Rohr.

Die größten Schußweiten, auf denen man schoß, waren bei den weitesttragenden Kanonen etwa 1800 m, bei den Feldgeschützen etwa 1400 bis 1600 m. Dies befriedigte vollkommen, da die glatten, nicht gezogenen Gewehre eine wirksame Schußweite von nur etwa 200 bis 300 m ergaben. Auch die Feuergeschwindigkeit stand in einem annehmbaren Verhältnis zur Ladegeschwindigkeit der nicht gezogenen Vorderladegewehre.

In diese Zeit verhältnismäßig beschaulicher Ruhe brach nun die Einführung der gezogenen Handfeuerwaffen hinein. Die wirksame Gewehrschußweite hob sich auf 600 bis 700 m. Damit war die Zone, die die Artillerie allein beherrschte, beträchtlich verringert, und taktische Gründe zwangen, in Versuche mit gezogenen Rohren einzutreten. Die Aufgabe lag hier bedeutend schwieriger als bei der Einführung des gezogenen Gewehres. Denn während bei letzterem das weiche Geschoßmaterial sich beim Schuß infolge der Massen-

Digitized by Google

trägheit und Plastizität stauchen konnte, den Zügen des Laufes folgte und sie gleichzeitig abdichtete, war bei dem harten Werkstoff der Artilleriegeschosse ein Stauchen nicht möglich. Die Geschosse mußten also Führungseinrichtungen bekommen, die auf die Geschoßbewegung die schraubenförmige Windung der Züge, den sogenannten Drall, übertrugen. Etwa im Jahre 1848 wurden erstmalig Geschosse mit Führungswarzen, die in die schraubenförmigen Züge des Rohrs paßten, versucht. Das Vorbeischlagen der Pulvergase am Geschoß wurde dabei nicht als Nachteil empfunden, weil diese Gase ja dazu bestimmt waren, die sehr einfachen Zünder an der Geschoßspitze anzubrennen, und weil auch trotz des so entstehenden Verlustes an Treibgasen die Schußweiten der nun verwendbaren Langgeschosse und ebenso die Treffgenauigkeit aus den gleichen Gründen, wie sie oben für das Gewehr dargelegt wurden, beträchtlich zunahmen. Eine andere Lösung der Führungsfrage war die in Österreich 1863 eingeführte exzentrische Bogenzugführung, bei der das Geschoß, mit dem Ladestock verbunden, von vorn mit Spiel in die Züge des Rohres, die ebenfalls im Querschnitt durch das Rohr exzentrische Kreisbögen bildeten, eingeführt und durch eine Drehung des Ladestockes dadurch zentriert wurden, daß sich die exzentrischen Bögen eines bleiernen Geschoßmantels an die gleichgeformten Züge des Rohres anlegten.

Aber noch eine wichtige Neuerung wiesen ja die neuen Handfeuerwaffen auf, das Hinterladesystem, das nun ebenfalls in der Mitte des 19. Jahrhunderts bei der Artillerie versucht und allmählich eingeführt wurde. Die ersten Versuche mit Hinterladegeschützen lagen freilich schon Jahrhunderte zurück. Aber die Technik war damals noch nicht imstande gewesen, haltbare Verschlüsse zu bauen. So kam es, daß der erste brauchbare Hinterladeverschluß für Geschütze erst 1848 von *Wahrendorf* in Schweden gebaut wurde. Es war ein Kolben, der, mit einer Tür vor die hintere Rohröffnung geklappt, in die Öffnung hineingeschoben und dann durch einen Querbolzen, der das Rohrhinterstück von rechts nach links durchsetzte, festgehalten wurde. In diesem Verschluß, der z. B. bei der preußischen Kanone C 61 und bei dem österreichischen Belagerungsmaterial M 61 eingeführt war, waren bereits die Grundzüge der modernen Verschlüsse, nämlich im verriegelten Kolben das Wesen der späteren Schraubenverschlüsse, im Querbolzen der Gedanke des seitlichen Keilverschlusses enthalten.

Eine schwere Aufgabe war die Abdichtung des Verschlusses gegen die Pulvergase. Man kam schließlich auf das Urbild der jetzigen Patronen, nämlich eine Preßspanbüchse oder eine Messingbüchse mit Preßspanboden, die hinten auf die Pulverladung aufgesetzt wurde, und die sich beim Schuß zum Teil an die Rohrwand,

Digitized by Google

zum Teil an den Kolben des Verschlusses elastisch anlegte und so den gasdichten Abschluß herstellte.

Betrafen die bisher erwähnten Neuerungen konstruktive Verbesserungen, so war unsere die Artillerietechnik nunmehr immer mehr zu einer Wissenschaft ausgestaltende Geschützindustrie hiermit allein nicht mehr zufrieden. Man war sich darüber klar geworden, daß man aus den gezogenen Geschützen noch viel mehr herausholen könne, wenn es gelänge, ein besseres Rohrmaterial zu finden

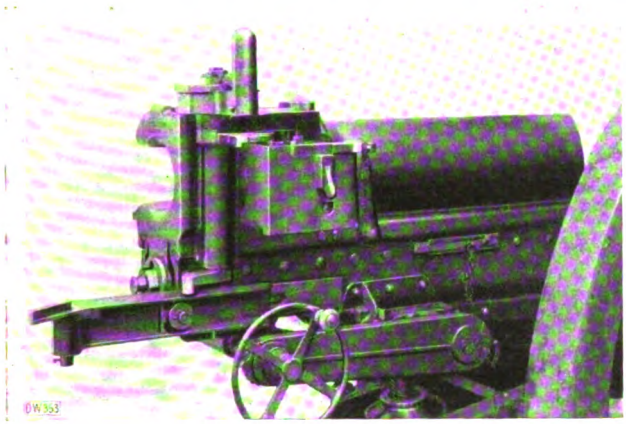


Abb. 16
Keil-Verschluß

als die bisherige Geschützbronze, so daß die Gasdrucke in den Geschützrohren gesteigert werden könnten. Für den anderen Weg, nämlich eine langsamere Pulververbrennung, war die Erkenntnis der Vorgänge im Rohr während des Durcheilens des Geschosses noch nicht genügend fortgeschritten. Da trat etwa im Jahre 1855 Krupp an die Öffentlichkeit mit Rohren aus Tiegelgußstahl, einem Werkstoff, welcher sich der bisher verwendeten Bronze in seinen Festigkeitseigenschaften unvergleichlich überlegen erwies. Der Vorteil aller hier skizzierten Verbesserungen war der, daß man mit den aus Gußstahl gefertigten gezogenen preußischen Feldgeschützen nahezu 7 kg schwere Geschosse 4000 m weit verschießen konnte, gegenüber den glatten Feldgeschützen, welche ihre etwa 4½ kg schweren Kugeln nur 1600 m weit trugen.

Die aus den neuen Geschützen verfeuerten Granaten erhielten statt der Zünderanfeuerung durch die Treibgase nunmehr Aufschlagzünder, bei denen im Augenblick des Auftreffens des Geschosses durch Trägheitswirkung ein Nadelbolzen auf ein Zündhütchen schnellte und so die Geschoßladung zur Explosion brachte. Bei den Schrapnells wurde eine ähnliche Einrichtung bereits in

Digitized by Google

dem Augenblick, in welchem sich das Geschoß im Rohr in Bewegung setzte, zur Wirkung gebracht. Das Feuer brannte dann im Zünder innerhalb eines mit gepreßtem Pulversatz versehenen Satzkanales weiter, bis sich ihm der Weg ins Geschoßinnere öffnete. Die Länge des Weges von der Satzkanalanfeuerung bis zur Öffnung, die ins Innere des Geschosses führte, wurde eingestellt, „tempiert". Eine ausführliche Schilderung der Entwicklung der Zünder, ihrer Sicherungsvorrichtungen usw. läßt sich im Rahmen unserer Darstellung nicht bringen.

Etwa im Jahre 1864 wurden in Preußen auch die ersten Keilverschlüsse eingeführt, welche ein bedeutend rascheres Feuer ermöglichten und auch sonst große Vorteile boten. Im Prinzip wurde bei diesen ersten Verschlüssen im querliegenden Keilloch ein Keil verschoben und dieser wurde durch Drehen einer einseitig abgeschnittenen Verschlußschraube um 180° verriegelt, Abb. 16.

Mit einem Material, wie es diesem Stand der Technik entsprach, sind die Feldzüge 1864 und 1866 von Preußen durchgeführt worden. Die Zeit von 1866 bis 1870 brachte an wesentlichen Fortschritten den Ersatz der bisherigen Verschlußdichtung durch den Liderungsring. Anstatt für jeden Schuß von neuem die Liderungsbüchse einführen zu müssen, wurde bleibend vom Keilloch her in ein Lager zunächst der vorderen Keillochfläche ein Ring in das Rohr eingesetzt, der sich beim Schuß elastisch aufweitete und sich einerseits an die Seelenwandung, andererseits an die Vorderfläche des Verschlußkeiles anlegte, so die Abdichtung bewirkend. Der Feldzug 1870 ist von deutscher Seite mit Hinterladegeschützen, von französischer Seite noch mit Vorderladegeschützen durchgeführt worden. Erst bei der Verteidigung von Paris verwendeten die Franzosen Hinterlader, die bei einem für Feldgeschütze etwas hohem Gewicht bereits etwa 6000 m weit schossen.

Die Zeit von 1871 bis zum Auftreten der rauchschwachen Pulver würde man als eine Zeit verhältnismäßig ruhiger Entwicklung ansehen müssen, wenn nicht zu Anfang dieses Zeitabschnittes eine Verbesserung im Schwarzpulver und eine Neuerung im Rohrbau eingeführt worden wären, die beide von größter Bedeutung werden sollten.

Während in früheren Zeiten angenommen wurde, daß die Pulverladung in unmeßbar kurzer Zeit explodiere — in der Tat waren ja auch noch keine Meßgeräte für so rasche Vorgänge geschaffen — hatte Mitte des 19. Jahrhunderts die innere Ballistik Klarheit darüber gewonnen, daß die Explosion nur eine sehr rasche Verbrennung ist, die aber in meßbarer Zeit vor sich geht, daß ferner die Verbrennung im Pulverkorn von außen nach innen fortschreitet, und daß diese Fortschreitungsgeschwindigkeit vom Gasdruck abhängt. Nun wird ja die

Digitized by Google

Bewegungsenergie, die ein Geschoß beim Verlassen des Rohres besitzt, dadurch erzielt, daß die veränderliche Kraft des Gasdrucks während der Bewegung des Geschosses im Rohr am Geschoß Arbeit leistet. Man kann sich den veränderlichen Gasdruck im Rohr durch einen mittleren Gasdruck ersetzt denken, der dieselbe Arbeit auf das Geschoß leistet. Je höher der mittlere Gasdruck ist, um so größer ist die Energie des Geschosses an der Rohrmündung. Wenn nun das Pulver nahezu zeitlos rasch verbrennt, und das war bei dem alten sehr feinkörnigen Pulver der Fall, so ist alles Pulver verbrannt, ehe sich das Geschoß merklich bewegt hat. Infolgedessen darf die Ladung nicht sehr groß sein, sonst würde der Gasdruck die Festigkeit des Rohres überschreiten. Wenn aber das Pulver grobkörnig ist, oder sogar zu großen regelmäßigen Körpern gepreßt wird, so geht die Verbrennung so langsam vor sich, daß das Geschoß schon einen ziemlich beträchtlichen Teil seines Weges im Rohr durchlaufen hat, ehe das Pulver ganz verbrannt ist. Dem Pulver steht dann zur völligen Verbrennung viel mehr Raum zur Verfügung, der maximale Gasdruck wird bei unverändertem Ladungsgewicht also kleiner. Umgekehrt kann man in einem solchen Fall mehr Pulver laden, ohne den früher vorhandenen maximalen Gasdruck zu überschreiten. Die größere Pulvermenge aber, die man jetzt verwendet, liefert mehr Gase, die sich langsamer während der Geschoßbewegung im Rohr entspannen; der durchschnittliche Gasdruck wird also höher, mithin auch die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses.

Bei Pulverwürfeln und ähnlichen Formen wird nun die Pulveroberfläche mit fortschreitender Verbrennung immer kleiner; es ist aber die Gasmenge, welche in einer kleinen Zeiteinheit entwickelt wird, ceteris paribus der augenblicklichen Oberfläche des Pulvers proportional. So kommt es, daß bei solchen Pulverformen der Augenblick des höchsten Gasdruckes vielleicht in den Zeitpunkt fällt, in dem etwa die Hälfte der Ladung verbrannt ist. Formt man aber das Pulver zu Röhren, oder auch z. B. zu Prismen mit mehreren Kanälen, so bleibt die Oberfläche des Pulvers während der ganzen Verbrennung nahezu konstant; der Zeitpunkt des höchsten Gasdrucks fällt jetzt mehr gegen das Ende der Verbrennung, wo den Gasen mehr Raum zur Verfügung steht, so daß auch hierdurch der durchschnittliche Gasdruck bei gegebenem Höchstgasdruck gesteigert werden kann.

Schon etwa um 1860 begannen diese Erkenntnisse sich durchzusetzen. Die Frucht derselben war das von Krupp 1862 ausgearbeitete prismatische Pulver für die Fußartillerie und das grobkörnige Pulver für die Feldartillerie, die beide um das Jahr 1872 eingeführt wurden.

Der Ruhm der Pulverfachleute ließ aber die Konstrukteure nicht

Digitized by Google

ruhen. Gestattete das neue Schwarzpulver, aus den vorhandenen Rohren mehr an Leistung herauszuholen, so fragte sich der Rohrkonstrukteur: Wie kann ich mein Rohr verbessern, so daß es höhere Gasdrücke auszuhalten vermag? Die Firma Krupp brachte, indem sie diesen Gedankengang verfolgte und eine empirische Konstruktion *Armstrongs* in allen ihren Konsequenzen wissenschaftlich durcharbeitete, Ende der sechziger Jahre die sogen. künstliche Metallkonstruktion, die aus einem mit aufgeschrumpftem Mantel versehenen Stahlrohr bestand.

Das volle Verständnis der künstlichen Metallkonstruktion erfordert ein ziemliches Formelmaterial aus der Elastizitätslehre, und dieses kann hier nicht entwickelt werden. Andererseits bringt eine bloße Schilderung mit Worten nur sehr schwer die ganzen Vorgänge zu klarer Anschauung. So wollen wir einen mittleren Weg einschlagen, der es auch dem mathematisch nicht weitergebildeten Leser ermöglicht, die Sachlage zu verstehen, ohne daß er sich mit Differentialgleichungen und ähnlichem herumzuschlagen braucht.

1. Wir wollen ausgehen von einer langen, dünnen, zylindrischen Blechbüchse vom Radius r. Wenn eine solche Büchse einem Innendruck p_1 ausgesetzt wird, dehnt sie sich aus. Der Radius wachse dabei um Δr, dabei verlängert sich proportional mit Δr der Zylinderumfang, und zwar wird die Längeneinheit des Zylinderumfangs um $\frac{\Delta r}{r}$ länger. Den Ausdruck $\frac{\Delta r}{r}$ bezeichnet man als Dehnung. Solange der Innendruck p_1 eine gewisse Grenze nicht überschreitet, ist die Dehnung mit p_1 proportional. Der Dehnung der Büchse entspricht eine tangentiale Spannung S der Büchse, die ebenfalls p_1 proportional ist. Die Zusammenwirkung von p_1 und S, die sogenannte Inanspruchnahme des Materials, darf nun eine gewisse Größe nicht überschreiten, sonst beginnt der Werkstoff zu fließen. Dies heißt in unserem Fall folgendes: Überschreitet bei der Blechbüchse der Innendruck p_1 eine gewisse Grenze p_{1e} auch nur ein wenig, so wächst $\frac{\Delta r}{r}$ dauernd weiter, ohne daß p_{1e} und S_e wesentlich größer werden.

Wir haben bisher nur eine Büchse mit einem gegebenen Radius r betrachtet. Eine ergänzende Überlegung zeigt nun leicht, daß bei nicht zu großem p_1 die Dehnung $\frac{\Delta r}{r}$ und die tangentiale Spannung S proportional nicht nur p_1, sondern bei verschiedenen Büchsen mit verschiedenem Durchmesser auch proportional dem Büchsenhalbmesser r ist. Es besteht also die Beziehung

$$\frac{\Delta r}{r} = \lambda \cdot p_1 \cdot r \qquad (1)$$

Digitized by Google

Dabei ist der Faktor λ von dem Büchsenwerkstoff und von der Wandstärke d der Büchse abhängig. Er sei als bekannt vorausgesetzt. Ferner wollen wir, um die Begriffe festzulegen, den Grenzwert $\frac{\Delta r}{r}$, von wo an der Werkstoff zu fließen beginnt, gleich $\frac{4}{1000}$ setzen, dann ist $p_{1e} = \frac{4}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r}$.

Läßt man also den Innendruck bis p_{1e} wachsen, so dehnt sich die Büchse um $\frac{4}{1000}$, senkt man dann den Innendruck wieder auf null, so zieht sich die Büchse wieder proportional zusammen, bis für $p_1 = 0$ auch $\frac{\Delta r}{r} = 0$ wird. Steigert man den Druck p_1 dagegen auch nur wenig über p_{1e} hinaus, so wächst die Dehnung über $\frac{4}{1000}$ hinaus, bis der Druck wieder auf p_{1e} gefallen ist. Erhöht man den Druck wieder, so gibt die Büchse weiter nach, bis der Druck wieder auf p_{1e} gefallen ist. Wir wollen dies solange fortsetzen, bis unter dem Druck p_{1e} die Dehnung auf $\frac{\Delta r}{r} = \frac{16}{1000}$ angewachsen ist, während die Büchse unter dem Druck p_{1e} steht. Nun lassen wir den Druck ganz auf null abnehmen, dabei zieht sich die Büchse aber proportional mit p_1 nur um $\frac{4}{1000}$ zusammen, und zwar ganz so, als ob sie die Elastizitätsgrenze nicht überschritten hätte. Es bleibt also von den $\frac{16}{1000}$ eine Dehnung von $\frac{12}{1000}$ übrig.

2. Wird unsere Büchse von innen mit dem Druck p_1, von außen mit einem Druck p_2 (kleiner als p_1) gedrückt, so wirkt jetzt die Druckdifferenz $p_1 - p_2$ fast genau so wie im Fall 1 der Innendruck p_1. D. h. es ist, solange $p_1 - p_2$ kleiner als p_{1e},

$$\frac{\Delta r}{r} = \lambda \cdot (p_1 - p_2) \cdot r \text{ und es wird } (p_1 - p_2)_{max} = \frac{4}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r} \qquad (2)$$

3. Nun betrachten wir ein Gebilde, das aus zwei langen, dünnen, konzentrischen Hohlzylindern besteht. Der innere Zylinder habe den Radius r, der äußere den Radius

$$R = 2r \qquad (3)$$

Der Raum zwischen den beiden Zylindern sei beiderseits dicht mit zwei starren Stempeln abgeschlossen, die auch unter Druck nicht nachgeben mögen, und der so entstehende Hohlraum zwischen beiden Zylindern sei mit einer Gummihaut austapeziert, welche mit einer nicht zusammendrückbaren Flüssigkeit gefüllt sei. Wenn sich der

Digitized by Google

Innenzylinderradius um Δr vergrößert, muß notwendigerweise der Außenzylinder um ΔR nachgeben, und zwar muß, da die inkompressible Flüssigkeit ihr Volumen nicht ändert, wie eine einfache Überlegung zeigt, $r \cdot \Delta r = R \cdot \Delta R$ sein; also besteht zwischen der Dehnung $\frac{\Delta r}{r}$ des Innenzylinders und der Dehnung $\frac{\Delta R}{R}$ des Außenzylinders die Beziehung

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{\Delta R}{R}, \text{ oder, da } R = 2\,r \text{ ist, } \frac{\Delta r}{r} = 4\,\frac{\Delta R}{R} \qquad (4)$$

4. Das Gebilde werde nun einem Innendruck p_1^a von einer solchen Größe unterworfen, daß $\frac{\Delta r}{r}$ gerade an die Elastizitätsgrenze $\frac{4}{1000}$ herankommt. Dann wird in der Flüssigkeit zwischen den beiden Zylindern ein Druck p_2^a entstehen, und nach (2) muß für den Innenzylinder sein:

$$p_1^a - p_2^a = \frac{4}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r}. \qquad (5)$$

Andererseits ist nach (4) $\frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta r}{r} = \frac{1}{1000}$.

Für den Außenzylinder gilt nach (1)

$$p_2^a = \left(\frac{\Delta R}{R}\right) \cdot \frac{1}{\lambda R} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda R} \text{ und mit (3) ist } p_2^a = \frac{1}{2000} \cdot \frac{1}{\lambda r}.$$

Setzt man dies in (5) ein, so folgt $p_1^a = \frac{4{,}5}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r} = \frac{9}{8}\, p_{1e}$.

Das heißt: Die Außenhaut, im Abstand r von der Innenhaut, vermag zu bewirken, daß der Innenzylinder ohne Überschreiten der Elastizitätsgrenze $\frac{9}{8}$ so viel Druck aushält, als wenn der Außenzylinder nicht vorhanden wäre. Der Außenzylinder ist dabei mit $\frac{\Delta R}{R} \quad \frac{1}{1000}$, also nur ein Viertel so stark beansprucht als er aufnehmen könnte.

5. Wir steigern den Innendruck p_1 nun über das Maß p_1^a des Falles 4 hinaus, und zwar solange, bis der Außenzylinder eine Dehnung

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{4}{1000} \qquad (6)$$

erfahren hat. Dabei beginnt der Innenzylinder zu fließen, da p_1^a ja gerade die Grenze war, wo der Werkstoff noch nicht floß. Der Innendruck sei jetzt p_1^b, und der Druck zwischen beiden Zylindern in der Flüssigkeit p^b. Am Außenzylinder wird dann nach (1)

Digitized by Google

$$p_2^b = \frac{4}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda R} \text{ und mit (3) } p_2^b = \frac{2}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r} \tag{7}$$

Nach (4) ist $\frac{\Delta r}{r} = 4 \frac{\Delta R}{R}$, also hier wegen (6) $\frac{\Delta r}{r} = \frac{16}{1000}$.

Aber $p_1^b - p_2^b$ kann nach (2) nicht größer sein als $\frac{4}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r}$; mit (7) gibt dies $p_1^b = \frac{6}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r} = 1{,}5 \cdot p_1^e$.

Wenn wir also das 1,5fache des für den Einzelzylinder zulässigen Innendruckes aufwenden, wird der Innenzylinder, während der Innendruck darauf wirkt, um $\frac{16}{1000}$ erweitert, wobei, wie im Fall 1, $\frac{12}{1000}$ die bleibende Dehnung und $\frac{4}{1000}$ die elastische Dehnung ist. Dabei wird der Außenzylinder gerade bis zur Elastizitätsgrenze beansprucht.

6. Wir gehen nun mit dem Innendruck bis auf p_1^c herunter, dabei wird der Druck in der Flüssigkeit zwischen beiden Zylindern auf p_2^c fallen, und zwar soll $p_1^c - p_2^c = 0$ werden. Dabei geht der Innenzylinder in seinen ungespannten Zustand über, bei welchem, wie im Fall 1, die bleibende Dehnung $\frac{\Delta r}{r} = \frac{12}{1000}$ ist.

Es ist dann

$$p_1^c - p_2^c = 0 \tag{8}$$

Ferner ist nach (4) $\frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{4} \frac{\Delta r}{r} = \frac{3}{1000}$, also wird am Außenzylinder

$$p_2^c = \frac{3}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda R} = \frac{1{,}5}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r}, \text{ also wegen (8) } p_1^c = p_2^c = \frac{3}{8} p_{1e}.$$

7. Wir lassen nun den Innendruck auf $p_1^d = 0$ abnehmen; dann herrscht im Zwischenraum in der inkompressiblen Flüssigkeit ein unbekannter Druck p_2^d.

Es wird also das Innenrohr jetzt von außen mit einem Druck p_2^a gedrückt. Hierdurch entstehen unter Durchmesserverminderung in dem Innenrohr tangentiale Druckspannungen, und zwar wird die negative Dehnung oder relative Zusammenpressung $\frac{x}{1000}$ betragen, wobei der zugehörige Außendruck

$$p_2^d = \frac{x}{1000} \cdot \frac{1}{\lambda r} \tag{9}$$

wird, während die gesamte Dehnung von $\frac{12}{1000}$ des Falles 6 auf $\frac{\Delta r}{r} = \frac{12}{1000} - \frac{x}{1000}$ heruntergeht.

Digitized by Google

Nach (4) wird dann die verbleibende Dehnung des Außenzylinders

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{1}{4}\,\frac{\Delta r}{r} = \frac{3}{1000} - \frac{x}{4000}.$$

Es ist also am Außenzylinder

$$p_2^d = \left(\frac{\Delta R}{R}\right)\cdot\frac{1}{\lambda R} = \left(\frac{3}{1000} - \frac{x}{4000}\right)\cdot\frac{1}{\lambda R} = \left(\frac{3}{2000} - \frac{x}{8000}\right)\cdot\frac{1}{\lambda r};$$

Mit (9) folgt hieraus:

$$\frac{x}{1000} = \frac{3}{2000} - \frac{x}{8000},\ \text{somit}\ x = \frac{4}{3},\ \text{also}\ \frac{\Delta r}{r} = \frac{12}{1000} - \frac{4}{3000} = \frac{10\frac{2}{3}}{1000},$$

$$\text{und}\ p_2^d = \frac{\frac{4}{3}}{1000}\cdot\frac{1}{\lambda r} = \frac{1}{3}\,p_{1e}.$$

Wir sehen, wenn das innen im Fall 6 überbeanspruchte gewesene Gebilde vom Innendruck wieder völlig entlastet wird, ist es nicht mehr in seinen jungfräulichen Zustand zurückgekehrt, sondern der Innenzylinder ist durch einen Außendruck dauernd beansprucht, und der Außenzylinder durch denselben Druck als Innendruck. Tangential ist der Außenzylinder in diesem Zustand auf Zug, der Innenzylinder auf Druck beansprucht. Aber keiner der beiden Zylinder ist während dieses Zustandes bis an die Elastizitätsgrenze heran in Anspruch genommen. Der Innenzylinder könnte statt p_2^d das dreifache als Außendruck aushalten und der Außenzylinder statt p_2^d einen Druck $\frac{4}{1000}\cdot\frac{1}{\lambda R} = \frac{2}{1000}\cdot\frac{1}{\lambda r} = 1{,}5\cdot p_2^d$.

8. Die Vorgänge (7) und (6) sind umkehrbar, d. h. lassen wir nun den Innendruck zuerst auf p_1' anwachsen, so wächst $\frac{\Delta r}{r}$ von $\frac{10\frac{2}{3}}{1000}$ auf $\frac{12}{1000}$ und das Innenrohr wird spannungsfrei. Steigt dann der Druck gemäß Fall 6 auf $1{,}5\cdot p_{1e}$, so steigt $\frac{\Delta r}{r}$ weiter von $\frac{12}{1000}$ auf $\frac{16}{1000}$, und das innere Rohr steht gerade vor dem Punkt, wo es bei weiterem Druckanstieg sich wieder bleibend erweitern würde. Die bleibende Dehnung ist also nur bei dem erstmaligen Übersteigen des ursprünglich ohne bleibende Dehnung zulässigen Innendruckes p_{1e} um 50 v. H. erfolgt. Läßt man den Druck dann ab und steigert ihn dann wieder auf $1{,}5\ .\ p_{1e}$, so erfolgt keine bleibende Dehnung mehr, man kann das Gebilde vielmehr beliebig oft mit $1{,}5\ .\ p_{1e}$ beanspruchen. Über $1{,}5\ .\ p_{1e}$ darf man aber nicht hinausgehen, denn sonst würde der äußere und der innere Zylinder zu fließen beginnen und der Innendruck stets wieder auf $1{,}5\ .\ p_{1e}$ herabsinken.

Digitized by Google

Den geschilderten Vorgang der absichtlichen anfänglichen Überbeanspruchung bezeichnet man heute als Kaltreckung. Er ist in neuester Zeit als etwas ganz neues im Ausland veröffentlicht worden. Dabei stammt aber die Erfindung aus den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts, wie sogleich unten ausgeführt wird. Zunächst aber noch eine kleine Bereinigung: Die Zwischenfüllung mit Flüssigkeit haben wir hier nur eingeführt, um mit elementarster Mathematik auszukommen. Liegt statt dessen ein dicker massiver Zylinder vor, und beanspruchen wir ihn vor dem normalen Gebrauch durch übermäßigen Innendruck, jedoch nur so stark, daß die äußersten Schichten nicht über die Elastizitätsgrenze hinaus angestrengt werden, so stellt sich nach Ablassen des Druckes ein ähnlicher Zustand ein, wie unter Ziffer 7 beschrieben wurde: Das Außenmaterial ist auf tangentialen Zug, das Innenmaterial auf tangentialen Druck beansprucht, während radial die äußeren Schichten auf die inneren drücken. Der Zylinder kann dann ohne weitere bleibende Veränderung noch beliebig oft den gleichen übermäßigen Druck aushalten wie beim ersten Versetzen in den unnatürlichen Spannungszustand. Nur ist der zulässige Innendruck nicht $1{,}5 \cdot p_{1e}$, wie in unserem idealisierten Gebilde; überhaupt sind die Vorgänge quantitativ beim massiven Zylinder andere als in dem von uns gebrachten Beispiel.

Das Verfahren der Kaltreckung ist unbewußt schon seit langem beim Gewehr ausgeübt worden, denn dort ist der Innendruck schon beim ersten Schuß größer als ihn die Waffe ohne bleibende Veränderung aushalten würde. Bei den weiteren Schüssen tritt aber keine bleibende Veränderung mehr ein.

Für Geschütze wurde die künstliche Metallkonstruktion im Jahre 1872 in Deutschland eingeführt, und zwar wurde der künstliche Spannungszustand nicht durch vorherige innere übermäßige Beanspruchung vor der Fertigbearbeitung herbeigeführt, sondern man zog über ein kaltes inneres Rohr — das Seelenrohr — Ringe, die in kaltem Zustand etwas zu eng waren, in heißem, also erweitertem Zustand auf. Sobald die Ringe erkalteten, zogen sie sich zusammen und schrumpften sich auf dem Seelenrohr fest, sie preßten es von außen zusammen, während sie selbst von dem Seelenrohr nach außen gedrückt wurden. So war jetzt das Seelenrohr der Innenzylinder unseres Falles 5, und die Ringe spielten die Rolle des Außenzylinders.

Indem man mehrere Ringlagen anwendete, konnte man erreichen, daß die Außenringe ebensoviel tangential beim Schuß in Anspruch genommen wurden wie das Seelenrohr.

Den gleichen Erfolg wie beim Kaltrecken erzielten nach 1870 die Österreicher bei ihrer Stahlbronze mit dem Verfahren von *Uchatius*.

Digitized by Google

wobei das Innere des aus veredelter Bronze bestehenden Geschützrohres bei der Behandlung mit durchgepreßten Stahlstempeln dauernd erweitert wurde.

Ein Punkt ist noch zu erwähnen, den wir bei unseren Betrachtungen der Einfachheit wegen unterdrückt hatten: Sobald ein Zylinder unter dem Innendruck p_{1e} zu fließen beginnt, bleibt p_{1e} nicht, wie oben angenommen, konstant, sondern dieser Druck und die tangentielle Widerstandskraft wachsen noch an. Das Anwachsen kann bei gewissen Rohrmaterialien 25 v H und mehr betragen. Infolgedessen hält ein kaltgerecktes Rohr noch höhere Innendrücke aus als wir berechnet haben. Der Werkstoff wird dabei aber auch spröder und brüchiger.

Die künstliche Metallkonstruktion gestattete es nun, viel höhere Gasdrücke anzuwenden und größere Energien aus Rohren gleichen Gewichtes wie bisher herauszuholen, sei es dadurch, daß man das Geschoßgewicht vergrößerte, sei es, daß man eine größere Mündungsgeschwindigkeit erzielte. Machte man die Rohre schwerer so ließen sich die Schußweiten noch mehr vergrößern. So ist bei der deutschen Feldkanone C/73 die Schußweite innerhalb der Erhöhungsgrenzen der Lafette von 3800 m auf 4900 m gestiegen, und die größte Schußweite aus den neuen Rohren stieg auf 7600 m. Gleichzeitig mit der Einführung der Mantelrohre mußte man aus Festigkeitsgründen auch zu Stahllafetten übergehen.

Eine weitere wichtige Neuerung bestand darin, daß es der Firma Krupp gelang, für die Geschoßführung, die bisher durch einen schweren Bleimantel bewirkt worden war, statt dessen dünne Kupferringe zu verwenden, so daß die Geschosse bei gleichem Gewicht mehr wirksame Sprengstücke ergaben. Gleichzeitig ermöglichte diese Verbesserung die Umdrehungsgeschwindigkeit der Geschosse zu vergrößern, so daß man die Geschosse nun länger gestalten konnte, ohne daß sie sich überschlugen.

Ferner wurde bei dem Kruppschen Feldartilleriematerial von 1874 der Aufsatz zum erstenmal schräg gestellt, um die Seitenabweichungen, die der Drall verursacht, selbsttätig möglichst zu korrigieren.

In Frankreich, wo die Entwicklung es mit sich brachte, daß man eine gewisse Vorliebe für Schraubenverschlüsse, Abb. 17, beibehielt, wurde diese Verschlußart 1875 bis 1877 zu großer technischer Vollkommenheit entwickelt, und der gasdichte Abschluß durch die sogenannte de Bange-Liderung erreicht, ein mit der Verschlußschraube verbundenes elastisches Asbestpolster, das sich beim Schuß durch den Gasdruck verbreiterte und an die Rohrwände anlegte. Das französische sehr schwere Feldartilleriematerial aus dieser Zeit weist bereits größte Schußweiten von etwa 8500 m auf.

Digitized by Google

In diese Zeit der Artillerieentwicklung brachte der russisch-türkische Krieg des Jahres 1878 neue taktische Gesichtspunkte. Um die Überlegenheit der von den Türken zuerst verwendeten Mehrladegewehre auszugleichen, mußte bei der Feldartillerie das Streben dahin gerichtet werden, die Feuergeschwindigkeit zu erhöhen. Andererseits hatte dieser Krieg die Verwendung feldmäßiger Eindeckungen gezeitigt, und gegen derartige Ziele waren die von der Feldartillerie zu jener Zeit fast nur verwendeten Feldkanonen wirkungslos. Das Bekämpfen von Zielen hinter Deckungen war mit Aussicht auf Erfolg

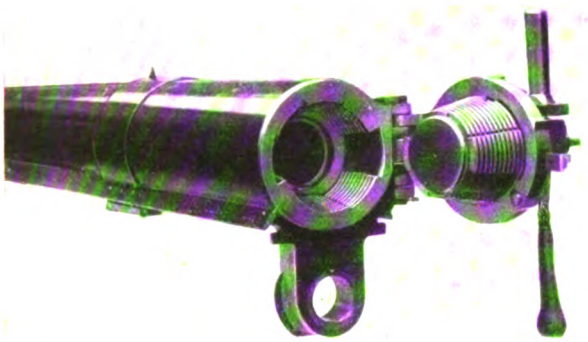


Abb. 17
Stufenschraubenverschluß

nur mit Hilfe von Haubitzen und Mörsern mit ihren gekrümmten Flugbahnen durchzuführen.

Daß etwa 1881 die Geschoßzünderkonstruktion wesentliche Fortschritte durch Einführung der Doppelzünder, die sowohl als Aufschlagzünder wie als Zeitzünder wirken konnten, gemacht hatte, kann hier nur nebenbei erwähnt werden.

Eine Steigerung der Feuergeschwindigkeit wurde jetzt durch eine bahnbrechende Neuerung ermöglicht, nämlich durch die Einführung des rauchschwachen Pulvers, das erstmalig 1886 in Erscheinung trat. Schon im Jahre 1862 hatte in Österreich Baron *Lenk* vielversprechende Versuche mit Schießbaumwolle als Treibmittel angestellt. Jedoch war das damals verwendete Erzeugnis nicht genügend chemisch rein, und ein ungeheures Explosionsunglück war die Veranlassung, von weiteren Versuchen mit diesem unzuverlässigen Stoff abzusehen. In Frankreich war es aber *Vieille* in den 80er Jahren gelungen, Schießbaumwolle in Lösungsmitteln, wie Azeton oder Essigäther, aufzulösen. Wenn dann das Lösungsmittel teilweise verdampft wurde, blieb eine plastische dichte Masse zurück, die beliebig geformt werden konnte und die nach völliger

Digitized by Google

Austreibung des Lösungsmittels hornartig erstarrte und nicht mehr zur Selbstentzündung neigte. Das Nitrocellulosepulver war so erfunden.

Das Fehlen des lästigen Pulverrauches und der Rückstände im Rohr bei Verwendung des neuen Treibmittels gestattete jetzt eine höhere Feuergeschwindigkeit, und die verhältnismäßig große Unempfindlichkeit gegen Luftfeuchtigkeit ermöglichte gleichmäßigere Anfangsgeschwindigkeiten. Ferner bewirkte der höhere Energiegehalt je Kilogramm Ladung, daß man mit ⅓ bis ½ des bisherigen Ladungsgewichtes dieselben Leistungen wie bisher erzielen konnte. Nur bei kleinen Ladungen, wie man sie für den Bogenschuß anwenden mußte, um kleine Anfangsgeschwindigkeiten zu erzielen, also bei kleinen Gasdrücken, verbrannte das Pulver ungleichmäßig. Hier half ein anderes rauchschwaches Pulver, das dadurch entstand, daß man Nitrocellulose in Nitroglyzerin auflöste. Bei dieser Lösung verlor das Nitroglyzerin seine Stoßempfindlichkeit, und das Nitroglyzerinpulver konnte als ein Treibmittel, das auch bei kleinen Gasdrücken regelmäßig verbrannte, verwendet werden. Für Feldkanonen empfahl sich das Nitroglyzerinpulver weniger, weil es infolge seiner höheren Verbrennungstemperatur die Rohre rascher ausbrannte.

Aber noch andere Vorteile boten die neuen Pulver: Sie konnten, wie erwähnt, beliebig geformt werden, und sie brannten viel gleichmäßiger ab als die besten Schwarzpulver. Sie wirkten infolgedessen auch noch weit schiebender, impulsiver, als das bisher für Feldgeschütze verwendete grobkörnige Geschützpulver. Der durchschnittliche Gasdruck konnte im Verhältnis zum höchsten Gasdruck noch mehr gesteigert werden. Es konnte also noch mehr aus der Waffe herausgeholt werden als bisher. Indessen verbot die Festigkeitsgrenze der Lafette, auf diesem Wege beliebig weiterzuschreiten.

Hier setzte die Geschützkonstruktion mit einer außerordentlich wichtigen Neuerung ein: Der Erfindung des Rohrrücklaufes durch *Haußner*.

Die Feldlafetten der 80er Jahre liefen beim Schuß noch frei zurück und mußten unter Kraft- und Zeitverbrauch wieder vorgebracht werden. (Bei Belagerungs- und Festungsgeschützen verwendete man schon zwei Rücklaufkeile, auf denen die Lafetten beim Schuß hochliefen, um nachher von selbst wieder nach vorn zu gleiten. Bisweilen war auch schon der Rücklauf der Lafette durch eine Glyzerinbremse abgebremst, die einerseits an einem Zapfen (Pivot) am Boden, andererseits am Lafettenschwanz befestigt war. Die Bremsung erfolgte dadurch, daß eine Kolbenstange in einem Zylinder beim Schuß zurücklief und Glyzerin von der einen Seite des Kolbens nach der anderen Seite durch enge Durchflußöffnungen hindurchhängte.) Die ersten Ansätze dazu, den Rücklauf der Feld-

Digitized by Google

lafetten zu hemmen, findet man 1877 in Rußland, wo am Lafettenschwanz ein kleiner starrer Sporn erscheint, der sich beim Schuß durch das Erdreich hindurchkratzt. Aber ein starrer Sporn hatte große Nachteile. Er mußte (und auf dem Wege zu ihm mußte die ganze Lafette) den ungeheuer großen Gasdruck voll aufnehmen. Wenn die Lafette das aushalten sollte, mußte sie sehr schwer gebaut werden. Da war es schon besser, man ließ die Lafette zuerst beim Schuß ein Stückchen frei zurücklaufen, bis das Geschoß die Rohrmündung verlassen hatte, und die Gase sich entspannt hatten. Während dieser Periode brauchte die Lafette nur die Vertikalkomponente des Gasdruckes, die durch die Schildzapfen auf sie übertragen wurde, und horizontal die Kraft, welche zur Rückwärtsbeschleunigung der Lafette nötig war, aufzunehmen. Dann, wenn die Lafette in ihrer Rücklaufbewegung begriffen war, wurde ihre Energie von einem System, bestehend aus Federn und einer Reibungsbremse, die zwischen Lafette und Sporn eingeschaltet waren, aufgenommen. War die Lafette durch diese Hemmungen zum Stillstand gebracht, so wurde sie durch die Feder, die einen Teil der Rücklaufenergie aufgespeichert hatte, wieder nach vorn geschleudert. Allerdings kam das Geschütz nach dem Schuß nicht wieder genau in die gleiche Stellung wie vor dem Schuß. Denn erstens sprang es beim Schusse hoch, und zweitens war bei dem kurzen Weg, auf dem die Rücklaufhemmung die Rücklaufenergie aufnehmen mußte, der Druck auf den Sporn, der diese Energie naturgemäß auf den Erdboden übertrug, so groß, daß der Sporn selbst, je nach der Festigkeit des gewachsenen Bodens, ein mehr oder weniger großes Stück im Erdboden zurückgeschoben wurde. Immerhin gestattete der Federsporn, mit dem z. B. die deutsche Feldkanone C/96 ausgestattet war, schon ein viel rascheres Schießen als bei der Feldkanone C/73.

Aber die Geschütze mit Federsporn waren in der Geschwindigkeit der Schußfolge weit unterlegen den Geschützen mit Rohrrücklauf. Man stelle sich, um letzteren zu verstehen, vor, das Rohr laufe beim Schuß für sich, von der Lafette völlig losgelöst, frei zurück, bis das Geschoß die Mündung verlassen hat. Während dieser Periode wird offenbar überhaupt gar kein Druck auf die Lafette ausgeübt. Die Rücklaufgeschwindigkeit ergibt sich dann aus dem Satz der Mechanik, den man als Gesetz von der Erhaltung des Schwerpunktes bezeichnet und der in unserem Fall lautet: Bei Abwesenheit äußerer Kräfte auf das gemeinschaftliche System Kanonenrohr plus Geschoß ist beim Schuß das Produkt aus Rohrgewicht G_r und Rücklaufgeschwindigkeit V_r gleich dem Produkt aus Geschoßgewicht G_g und Geschoßgeschwindigkeit V_g. Bei einem schwereren Rohr wird also ceteris paribus die Rücklaufgeschwindigkeit kleiner als bei einem leichten. Das Produkt aus Rohrgewicht G_r und Rücklaufgeschwindigkeit

Digitized by Google

V_r des Rohres, die sogenannte Bewegungsgröße, bleibt nach obigem Satz bei unverändertem Geschoßgewicht und bei unveränderter Geschoßgeschwindigkeit unverändert. Die Rücklaufenergie des Rohres aber, $\frac{G_r}{19{,}62} \cdot V_r^2$ oder $\left(\frac{G_r \cdot V_r}{19{,}62}\right) \cdot V_r$ ist aber umgekehrt proportional dem Rohrgewicht, da $G_r . V_r$ ja konstant und $V_r = \frac{G_g \cdot V_g}{G_r}$ umgekehrt proportional dem Rohrgewicht ist. Somit ist bei schwererem Rohr weniger Rücklaufenergie zu vernichten als bei leichterem.

Nach dieser Abschweifung in das Gebiet der Mechanik betrachten wir das Kanonenrohr, das, nachdem das Geschoß es verlassen hat, mit der Energie $\frac{G_r \cdot V_r^2}{19{,}62}$ in Richtung der Seelenachse nach rückwärts eilt. Auf das Rohr beginnt nun in diesem Augenblick eine zwischen Rohr und Lafette eingeschaltete Glyzerinbremse hemmend zu wirken, und zwar in Richtung der Seelenachse. Je länger der Bremsweg ist, um so geringer ist die durchschnittliche Kraft, welche die Bremse aufbringen muß, um die Rücklaufenergie zu vernichten, oder besser gesagt, um sie in Reibungswärme der Bremsflüssigkeit umzuwandeln. Wenn man den Rücklauf genügend lang macht, außerdem die Öffnungen, durch welche die Bremsflüssigkeit von einer Seite des Bremskolbens zur anderen gepreßt wird, entsprechend berechnet und regelt, so kann man den Bremsdruck während des ganzen Rücklaufes so klein halten, daß auch das Drehmoment, das er auf die durch einen starren Sporn festgehaltene Lafette ausübt, so klein bleibt, daß letztere sich überhaupt nicht bewegt, nicht einmal hochspringt. Nun braucht aber die Bremse keineswegs die gesamte Bremskraft aufzubringen. Ein Teil der Rücklaufenergie wird vielmehr dazu verwendet, um einen Federsatz zu spannen, der nach beendetem Rücklauf das Kanonenrohr wieder nach vorn drückt. Damit das Rohr nicht vorn mit einem Ruck ankommt und das Geschütz gar nach vorn wirft, wird der letzte Teil des Vorlaufs wieder durch eine Vorlaufbremse abgebremst.

Das ist das Prinzip des Rohrrücklaufes, wie es bei allen neuzeitlichen Geschützen verwendet wird. Man kann den Rücklauf noch verkleinern, wenn man die Bremsung des Rücklaufes schon beginnen läßt, wenn das Rohr sich zum Rücklauf in Bewegung setzt.

Das Ergebnis der Anwendung des Rohrrücklaufs ist, daß die Geschützbedienung während des Schusses ruhig auf den an der Lafette angebrachten Bedienungssitzen verbleiben kann, und daß das Rohr nach beendetem Vorlauf genau oder wenigstens annähernd genau dieselbe Richtung hat wie vor dem Schuß. Aber der Vorteil besteht auch darin, daß die Lafette beim Schuß nur sehr wenig beansprucht wird. Mithin kann man jetzt erst die Vorteile der künstlichen Metall-

Digitized by Google

konstruktion und des rauchschwachen Pulvers voll ausnutzen und größere Mündungsenergien erzielen als bisher.

Gleichzeitig mit der Einführung der rauchschwachen Pulver erfolgte Ende der 80er Jahre die erstmalige Verwendung der Pikrinsäure als Sprengstoff für Granaten, nachdem bereits 1871 der deutsche Chemiker *Sprengel* erkannt hatte, daß dieser Stoff durch Anwendung einer starken Initialzündung, z. B. durch Knallquecksilber, zur Detonation gebracht werden könne. Unter Detonation versteht man dabei die außerordentlich rasche Zersetzung eines Sprengstoffes, die nicht wie bei der Explosion durch Wärmeübertragung von den brennenden Teilen des Sprengstoffes auf die noch unverbrannten Teile, sondern durch Energieübertragung mit Hilfe der überaus scharf einsetzenden und mit größter Geschwindigkeit sich fortpflanzenden Stoßwelle erfolgt. Der Pikrinsäure, die mit den Eisenwänden des Geschosses leicht sehr stoßempfindliche Salze bildet, wurde diese Gefährlichkeit genommen, indem man sie in Papphülsen einschloß. Die Pikrinsäure war die Vorläuferin einer Anzahl weiterer brisanter und doch genügend stoßsicherer Sprengstoffe, wie Trinitrotoluol, Ammonal und ähnlicher.

Mit der Einführung der rauchschwachen Pulver, des Rohrrücklaufes und der Brisanz-Sprengstoffe waren die Grundlagen für die moderne Artillerie geschaffen. Die Geschütz- und die Geschoßkonstrukteure konnten nun darangehen, diese Grundlagen den taktischen Anforderungen der Generalstäbe anzupassen, und es entstanden so die modernen Formen der Feldkanonen und Gebirgskanonen, der Feldhaubitzen, schließlich der schweren Flachbahngeschütze und Wurfgeschütze und der Geschütze für die Flugzeugbekämpfung, mit denen die Heere in den Weltkrieg hinauszogen. Es ist ein außerordentlich interessantes Bild, das sich entrollt, wenn man im einzelnen betrachtet, wie abwechselnd die Anforderungen und die Fortschritte sich steigern und wie die Sonderkonstruktionen zur Erfüllung bestimmter taktischer Wünsche sich vervollkommnen. Leider verbietet der uns zustehende Umfang dieser Schrift, auf viel mehr Einzelheiten einzugehen.

Nur wenige besonders wichtige Punkte sollen herausgehoben werden. Das Ruhigstehen der Lafette und der Träger der hydraulischen Bremsen, der sogenannten Wiegen, erlaubte es, die Visiereinrichtungen, die nunmehr so angebracht werden konnten, daß sie keinen Stößen mehr ausgesetzt waren, außerordentlich zu vervollkommnen. Das alte Visieren über Kimme und Korn nach dem Ziel war eine Fertigkeit, die erst lange eingeübt werden mußte; denn der Zielende mußte das Auge abwechselnd auf eines der drei Dinge: Kimme, Korn und Ziel anpassen, während die beiden anderen Punkte der Visierlinie unscharf wurden. Ersetzte man nun die gerade Aufsatzstange durch eine solche, die als Kreisbogen um das Korn

Digitized by Google

als Mittelpunkt gekrümmt war, so konnte man statt der Kimme ein terrestrisches Fernrohr verwenden, dessen optische Achse bei jeder Lage der Aufsatzstange in ihrem Kanal auf der Wiege durch das ebenfalls an der Wiege angebrachte Korn hindurchging. Letzteres wurde also überflüssig und konnte wegfallen, wenn man es durch ein Fadenkreuz im Fernrohr ersetzte. Nun konnte man den Radius des Kreisbogens, nach dem die Aufsatzstange gekrümmt war, — die frühere Visierlinienlänge — beliebig verkleinern, wodurch die Aufsatzstange beliebig kurz wurde. Der Vorläufer der Visierfernrohre, welch letztere ja das Ziel in voller Schärfe zu sehen erlauben, war der Kollimateur, eine Lupe, die ein vor ihr angebrachtes Fadenkreuz in unendlicher Ferne abbildete, so daß man es gleichzeitig mit dem Ziel sah, wenn man mit dem unteren Teil der Pupille durch den Kollimateur, mit dem oberen Teil der Pupille über den Kollimateur weg direkt auf das Zielfeld blickte.

Der Höhepunkt in der Entwicklung der Visierfernrohre aber war das von *Korrodi* erfundene Panoramavisierfernrohr. Stets war es schon eine Aufgabe vor allem der Fußartillerie gewesen, indirekt zu schießen. Man stelle sich zunächst vor, es werde ein Geschütz auf ein Ziel direkt eingerichtet, d. h. die Visierlinie gehe auf das Ziel, und die Seelenachse sei um das zum Treffen nötige Winkelmaß höher als die Visierlinie und so seitlich gegen die Visierlinie verschwenkt, daß die Seitenabweichungen durch den Drall, durch Windeinfluß und ähnliches gerade ausgeglichen werden. Nun werde vor dem Geschütz eine Erddeckung errichtet, so daß man das Ziel nicht mehr im Visierfernrohr erblickt. Um dem Geschütz dann nach Abgabe eines Schusses die alte Richtung wieder geben zu können, ist es zweckmäßig, vor dem Schuß bei stillstehendem Geschütz das Zielfernrohr zu verdrehen, nämlich es dabei auf ein passendes Hilfsziel einzurichten und in dieser Stellung relativ zum Geschütz das Fernrohr festzustellen. Nach dem Schuß braucht man dann nur auf das vorhergenommene Hilfsziel wieder einzurichten. Nun ist diese Art der Hilfsrichtung, besonders bei Feldkanonen, zu zeitraubend und zu unbequem, deshalb stellte *Korrodi* sich die Aufgabe, daß der Richtende auf seinem Sitze an der Lafette bleiben solle, und nur das Objektiv des Fernrohres in der Lage sein solle, seine optische Achse um eine Vertikale um 360° zu drehen und auch diese Achse beliebig nach oben oder unten zu schwenken. Die Aufgabe wurde mittels eines bildaufrichtenden Systems gelöst. Dieses System mußte angewendet werden; würde man nämlich ohne seine Zwischenschaltung das Objektiv eines passend geknickten Fernrohres einfach im Kreise herumschwenken, so würde das Bild beim Seitwärtsblicken auf dem Bauche zu liegen scheinen und beim Visieren nach rückwärts auf dem Kopfe stehen.

Digitized by Google

Eine andere sehr wichtige Verbesserung an den Richtgeräten war die Möglichkeit, den schiefen Radstand auszuschalten: Man denke sich wieder die Visierlinie, welche die verlängerte Seelenachse irgendwo schneiden möge, direkt auf das Ziel gerichtet. Das Geschützrohr möge, um ein sehr entferntes Ziel zu treffen, z. B. um 45° gegenüber der Visierlinie erhöht sein. Nun werde das ganze Geschütz um die als starr gedachte Visierlinie gedreht zu dem Zweck, daß seine Räder auf einem seitlich geneigten Hang gleichzeitig fest stehen könnten. Offenbar beschreibt die Seelenachse bei dieser Bewegung einen Kegelmantel um die Visierlinie, d. h. sie senkt sich und weicht seitlich aus. Obwohl die Visierlinie noch auf das Ziel geht, würde der Schuß zu kurz gehen und seitlich am Ziele vorbei. Macht man aber die Visierlinie um die Seelenachse als Drehachse oder auch um eine Parallele zur Seelenachse drehbar, so ist man mit Hilfe einer Libelle in der Lage, die Ebene durch die Visierlinie des Fernrohres und durch eine sie schneidend gedachte Parallele zur Seelenachse stets lotrecht oder unter einem gewünschten Winkel gegen die Lotrechte geneigt zu halten. Richtet man, indem man die Libelle dauernd einspielen läßt, die Visierlinie auf das Ziel, so steht auch bei seitlich geneigtem Boden das Geschützrohr fehlerfrei.

Eine weitere um die Jahrhundertwende gemachte Erfindung betrifft die sogenannte unabhängige Visierlinie. Wenn man ein Geschütz mit der bisher geschilderten abhängigen Visierlinie auf ein Ziel eingerichtet hat, und es wird eine andere Entfernung, d. h. eine andere Aufsatzstellung kommandiert, so stellt man zunächst den Aufsatz auf die neu kommandierte Entfernung um. Dabei kommt das Ziel zum mindesten aus dem Fadenkreuz des Fernrohres, muß aber möglicherweise überhaupt neu aufgesucht werden, und dann muß von neuem die Visierlinie auf das Ziel eingerichtet werden. Bildet man dagegen den Aufsatz als einen großen Zahnbogen aus, der mit einer Höhenrichtmaschine auf das Ziel eingerichtet werden kann, und läßt sich das Rohr dann um seine zur Drehachse des Aufsatzes konzentrischen Schildzapfen an dem Aufsatz beliebig verschwenken, ohne daß der Aufsatz sich mitbewegt, so kann man offenbar die Lage des Rohres zur Visierlinie, also die kommandierte Entfernung ändern, ohne daß die Visierlinie sich rührt. Man muß dann nur noch die Visierlinie soviel seitlich verstellen, wie es die der anderen Entfernung entsprechende seitliche Abweichung durch den Drall erfordert, und von neuem seitlich auf das Ziel einrichten (wenn man nicht auf die meist nicht sehr große seitliche Korrektur bei nicht zu großen Entfernungsänderungen verzichten will).

Eine vollkommenere Ausführung als die oben dargestellte französische ist die von der Firma Krupp erfundene. Bei ihr sind an einer sonst normalen Lafette zwei Höhenrichtmaschinen vorhanden.

Digitized by Google

Die eine bewegt, wie bei den abhängigen Visierlinien, Rohr und Visierlinie sozusagen starr miteinander verbunden gleichzeitig, die andere bewegt z. B. das Rohrhinterteil nach unten und gleichzeitig die Visierlinie relativ zum Rohr nach oben, derart, daß die Visierlinie ihre Höhenrichtung zum Ziel nicht ändert, während das Rohr eine größere Erhöhung bekommt. Der Vorteil dieser Ausführung vor der französischen besteht vor allem in der Möglichkeit, hier auch die Vorrichtung zur Ausschaltung des schiefen Radstandes mit einzubauen.

Einen andren Zweck verfolgt die sogenannte unabhängige Richteinrichtung. Bei Haubitzen muß man zum Laden, besonders bei den größeren Kalibern, das Rohr waagerecht kurbeln. Bei einer gewöhnlichen abhängigen Visierlinie käme im Fall seitlich geneigter Bettung bei diesem Kurbeln des Rohres das Ziel seitlich aus der Richtung. Man beseitigt diesen Übelstand dadurch, daß man die Parallele zur Seelenachse, um die man die Visiereinrichtung zur Ausschaltung des schiefen Radstandes schwenkt, für sich mit einer kleinen Höhenrichtmaschine beweglich macht. Man kann dann das Rohr hoch und tief kurbeln, ohne daß sich an dem Aggregat: Parallele zur Seelenachse—Visierlinie etwas rührt, und erst wenn man dem Rohr eine solche Höhenlage gibt, daß es mit der Parallelen zur Seelenachse wirklich parallel ist, ist das Geschütz schußfertig, Abb. 18.

Der Gedanke der Energieaufspeicherung, der bei den Vorholern der Rohrrücklaufgeschütze verwendet worden ist, erwies sich auch nutzbringend bei modernen Verschlußkonstruktionen. Die Verschlüsse wurden mit Federsätzen ausgestattet, die als Energiespeicher beim Rohrrücklauf Arbeit aufnahmen. Die Energie wurde dann entweder dazu benutzt, daß der Verschluß sich nach dem Einführen der Patrone selbsttätig schloß, oder sogar dazu, daß der Verschluß sich nach entsprechendem Rücklauf selbsttätig öffnete, die Hülse auswarf und nach dem Laden sich wieder selbsttätig schloß. Es sind sogar vereinzelt automatische Geschütze aufgetaucht, die ähnlich wie Maschinengewehre arbeiteten. Indessen haben sich die ganz automatischen Geschütze angesichts ihrer verwickelten Bauart und auch wegen gewisser Schwierigkeiten, die im Gegensatz zu den Maschinengewehren bei ihnen in Erscheinung treten — es sei nur daran erinnert, daß auch die Feldkanonen mit verschiedenen Ladungen, also mit getrennter Munition schießen — sodann an die Notwendigkeit, die Zünder einzeln zu tempieren — in der Praxis bisher nur in seltenen Fällen einführen können.

Zur Einstellung der Zeitzünder auf Laufdauer verwendet man neuerdings besonders Zünderstellmaschinen.

Durch alle die angeführten Maßnahmen hat man es erreicht, daß die Feuergeschwindigkeit in hohem Maße gesteigert werden konnte.

Digitized by Google

20 Schüsse je Minute und Geschütz sind für eine Feldkanone keine Seltenheit mehr.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Zünderkonstruktion bedeutet der mechanische Zeitzünder. Bei ihm wird die Laufdauer bis zur Explosion durch ein Uhrwerk geregelt, das, als Zünder in dem Geschoß eingebaut, mit diesem verschossen wird. Auch dem Laien

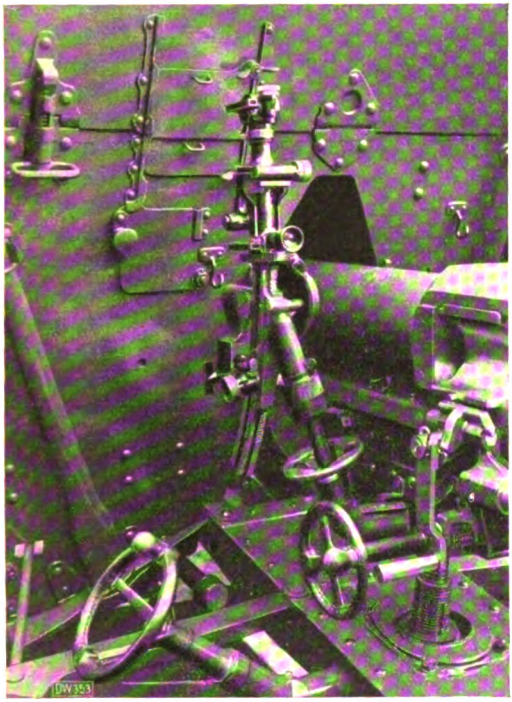


Abb. 18
Visiereinrichtung (unabhängige Visierlinie)

wird es klar sein, welche Unsumme von Versuchen und Erfahrungen nötig waren, bis 1908 die Firmen Krupp und Thiel den ersten feldbrauchbaren mechanischen Zeitzünder herausbrachten. Der mechanische Zeitzünder füllte vor allem bei der Flugzeugbekämpfung und bei allen Flugbahnen, die in sehr große Höhen reichen, eine Lücke aus. Denn in sehr großen Höhen fangen die Brennzünder wegen der dort zu geringen Dichte der Luft an, unregelmäßig zu brennen, wenn sie nicht überhaupt blind gehen.

Die Schußweiten haben sich ferner in den letzten Jahren außerordentlich steigern lassen, indem man die Geschosse schlanker machte. Eine Verjüngung des hinteren Geschoßteiles

Digitized by Google

ergab bei Geschwindigkeiten von 400 bis 600 m s weitere sehr erhebliche Schußweitenvergrößerungen. Bei noch größeren Geschoßgeschwindigkeiten war der relative Schußweitenzuwachs, der durch Verjüngung des Geschoßhinterteiles zu erreichen war, dagegen verhältnismäßig geringer.

Die Schußweite der Feldkanonen im Jahr 1914 betrug bis zu 8500 m. Die 10-cm-Kanone der schweren Artillerie schoß etwa 10 km, die 15-cm-Kanone etwa 15 km. Die großen Marinegeschütze konnten mit der größten Erhöhung, die ihre Lafetten hergaben, etwa 25 km weit schießen. Um die schweren Betondecken der französischen Sperrbefestigungen durchschlagen zu können, hatte man in Deutschland als größte Kaliber, welche noch mit der Vollbahn transportiert werden konnten, in aller Stille 42-cm-Mörser konstruiert. Sie warfen Geschosse von vielleicht 1000 kg, also dem Gewicht einer Feldkanone, auf etwa 12 km.

Der Verlauf des Weltkrieges stellte die Artillerie dann vor neue Aufgaben. Der Übergang zum Stellungskrieg führte angesichts der inzwischen gemachten technischen Fortschritte zu ganz neuen Verhältnissen. Die Notwendigkeit, gewisse weit entfernte feindliche Verteidigungspunkte durch Beschießung zu stören, führte bereits Ende 1914 zu dem Wunsch, Reichweiten von etwa 40 km erzielen zu können. Nun hatte man in Deutschland bereits 1913 Versuche mit hohlen schlanken Geschoßhauben gemacht, die man auf vorhandene Geschosse mit stumpferer Spitze aufschraubte, und man hatte auf diesem Wege die Schußweiten bei gleichzeitiger Verbesserung der Treffähigkeit beträchtlich vergrößern können. Bei Anwendung dieser Erfahrungen auf ein großes Marinegeschütz und bei Steigerung der Erhöhungsgrenze der Lafette bis auf 45° mußte nach den damals üblichen Rechenverfahren eine Schußweite von etwa 40 km erwartet werden. Ein Versuch in Meppen Anfang 1915 ergab aber über 50 km Schußweite. Die Untersuchung der Ursachen dieses unerwarteten Versuchsergebnisses führte zu der Erkenntnis, daß bei der Berechnung der Flugbahn in einem Stück der für die Luftdichte eingeführte Mittelwert viel zu groß war, und daß durch Berechnung der Flugbahn in einzelnen Teilbögen unter Zugrundelegung der in jedem Teilbogen maßgebenden mittleren Luftgewichte, die nun als neuer Begriff auftauchenden Fernflugbahnen einwandfrei vorausberechnet werden konnten. Der Ausbau der sich so ergebenden Theorie führte dann zur Erkenntnis der Möglichkeit von Ferngeschützen, wie sie dann später die Festung Paris bombardiert haben, Abb. 19.

Die Unsicherheit über die Wirkung der aus Gasflaschen abgelassenen Giftgase, deren Wirkung ja in hohem Maße von den Windverhältnissen abhängig war, führte zur Füllung von Artilleriegeschossen mit Giftgasstoffen.

Digitized by Google

Die Forderungen des Grabenkrieges veranlaßten die Konstruktion der Minenwerfer; das waren im Grundgedanken nichts anderes als die alten Mörser mit ganz geringen Geschwindigkeiten, aber als Rohrrücklaufgeschütze konstruiert, nur daß hier das Verhältnis von Geschoßgewicht zu Rohrgewicht gegenüber den gewöhnlichen Geschützen außerordentlich vergrößert war, so daß, wie oben schon angedeutet, ungewöhnlich große Rohrrücklaufgeschwindigkeiten abgebremst werden mußten.

Endlich konnte die Artilleriekonstruktion von dem neuen Beförderungsmittel, den Automobilen und Schleppern, jetzt ausgedehn-

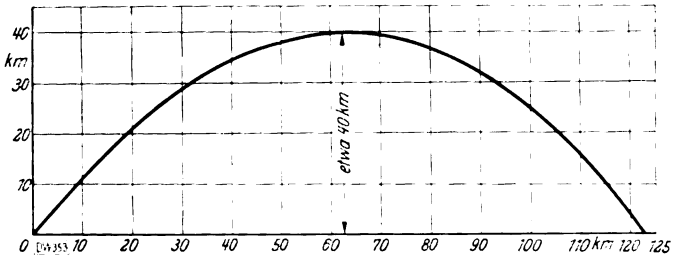


Abb. 19 Flugbahn des Geschosses eines Ferngeschützes, Abgangswinkel 50°

ten Gebrauch machen. Der Kraftzug ermöglichte bei Feldgeschützen ganz andere Fahrgeschwindigkeiten als bisher. Sie erforderten aber gefederte Achsen und wenn möglich Räder mit Gummireifen. Die Einzellast, die früher bei den schweren Geschützen des Feldheeres durch die Kraft der Zuggespanne begrenzt war, konnte nun außerordentlich gesteigert werden. Durch Beförderung des Rohres auf besonderen Rohrwagen und ähnlicher Maßregeln war es z. B. vor dem Krieg gerade noch möglich gewesen, einen schwersten Mörser von geringerer Schußweite mit Rädern auf Landstraßen in langsamem Tempo zu befördern. Jetzt konnte man auch die schwersten Flachbahngeschütze des Feldheeres verhältnismäßig rasch fortbewegen.

Ein weiterer Fortschritt war die Einführung der Raupenkettenfahrzeuge. Ihre Vorläufer waren die von *Bonagente* erfundenen Radgürtel gewesen, bei denen das einzelne Rad von einer zu einer Kette verbundenen Anzahl von Radschuhen umgeben war, welche Radschuhe beim Rollen des Rades sich wie Elefantenfüße auf den Boden aufsetzten, so die Auflagefläche vergrößernd und den spezifischen Druck auf den Boden verkleinernd. Mit diesen Radgürteln hatte man schon vor dem Kriege die schweren Geschütze des Feldheeres querfeldein fahren können, ohne daß sie im Ackerboden einsanken. Nunmehr wurde der Gedanke so erweitert, daß man die Kette von Radschuhen so lang machte wie das Fahrzeug und sie um

Digitized by Google

Vorder- und Hinterräder herumführte, die Räder wurden dann durch Motorkraft angetrieben. Die so ausgerüsteten Fahrzeuge fahren querfeldein, Hindernisse, wie z. B. nicht zu breite oder tiefe Gräben und Drahtverhaue, werden von ihnen ohne Schwierigkeiten überwunden.

Die neuartigen Fahrzeuge brauchten nur gepanzert und mit Geschützen und Maschinengewehren armiert zu werden, und die Tankwaffe war fertig. Die Bekämpfung der Tanks erforderte wieder kleinkalibrige, leichtbewegliche Geschütze mit Panzergranaten.

Für die Bekämpfung der Flieger benötigte man andere Sondergeschütze. Wenn man einen Flieger treffen will, muß man berücksichtigen, daß das Geschoß zu seinem Flug Zeit benötigt. Das Geschütz muß also nicht dorthin schießen, wo der Flieger augenblicklich zu sehen ist, sondern dorthin, wo er sich nach Ablauf der zunächst unbekannten Flugzeit befinden wird. Will man nun wissen, wo dieser beabsichtigte Treffpunkt im Raume liegt, so muß man zuerst den augenblicklichen Ort, die Flugrichtung und Fluggeschwindigkeit des Fliegers kennen, ferner Wind- und Wetterverhältnisse und den augenblicklichen Abnützungszustand, also die Anfangsgeschwindigkeit des Geschützes und ähnliches. Die Bestimmung dieser Stücke erfordert umfangreiches Hilfsgerät, das in außerordentlich kurzer Zeit arbeiten und außerdem noch befähigt sein muß, mehr oder weniger automatisch den gesuchten Treffpunkt zu bestimmen und die dazu nötige Richtung des Geschützrohres zu ermitteln. Um die unvermeidlichen Fehler möglichst herabzumindern, sucht man die Geschoßflugzeit möglichst zu verkleinern durch große Anfangsgeschwindigkeit, — wodurch auch die Geschoßbahn sehr gerade wird, und die Fehler in der Ermittlung des nötigen Winkels zwischen Visierlinie und Seelenachse kleiner werden —. Ferner ist es zweckmäßig, innerhalb gewisser Grenzen das Kaliber zu vergrößern, damit der Wirkungsbereich der einzelnen Sprenggranate vergrößert wird. Die Lafetten der Flugzeugabwehrkanonen (Flak) müssen sehr große Erhöhungswinkel zulassen und große Richtgeschwindigkeit ermöglichen. Die Erhöhung der Seitenrichtmöglichkeit wurde durch Drehbarkeit der Lafette um einen lotrechten Pivotzapfen, bisweilen auch schon dadurch erreicht, daß man die Lafettenwände spreizbar machte und so das seitliche Richtfeld vergrößerte.

Die große Anfangsgeschwindigkeit, die bei Flugzeugabwehrgeschützen und auch sonst bei manchen Geschützen, z. B. den Marinegeschützen, bei letzteren der Durchschlagswirkung wegen, zur Anwendung kommt, bedeutet rasches Unbrauchbarwerden durch Ausschießen, d. h. durch fortschreitende Zerstörung des Rohrinnern. Von welchen Umständen die Lebensdauer eines Rohres, die übrigens mit wachsendem Kaliber sehr rasch sinkt, abhängt, kann hier nicht erörtert werden. Um aber diesem Übelstand einigermaßen

Digitized by Google

zu begegnen, sucht man die Innenrohre leicht auswechselbar zu machen.

Bei den Marinegeschützen, von denen schon mehrfach andeutungsweise die Rede war, sind ähnliche Grundsätze für den Rohraufbau maßgebend wie bei den Landgeschützen, nur daß die Gewicht- und Leistungsgrenzen hier viel höher liegen. Die modernen Lafetten und Richtvorrichtungen der Schiffsartillerie sind dagegen viele Aufgaben erfüllende Maschinen des allgemeinen Maschinenbaues, der Elektrotechnik und der Optik.

Ein Sondergebiet der Marine- und der Küstengeschütze war die Entwicklung der Panzergranaten, deren Leistungen im Wettbewerb mit den Kruppschen zementierten Panzerplatten (Zementation = oberflächliche Härtung der Platte durch von außen zugeführten Kohlenstoff, während die Rückseite der Platte weich und zäh bleibt) immer mehr gesteigert worden sind. Über den Grund, warum ein mit einer weichen Kappe aus Eisen versehenes, gut gehärtetes Panzergeschoß („Kappengeschoß") bessere Leistungen gegen eine Panzerplatte aufweist als ein nicht bekapptes Geschoß, sind schon viele Theorien aufgestellt worden, — ganz geklärt hat die Theorie die Vorgänge noch nicht.

Die U-Boote brauchten Geschütze, die vom Seewasser nicht angegriffen wurden. Hierfür bot sich der Kruppsche nichtrostende Stahl.

Abschließend sehen wir, daß seit dem Weltkriege im Grunde genommen die Konstruktion moderner Geschütze eine geschickte Anwendung einer großen Zahl jetzt als bekannt anzusehender Grundsätze und Tatsachen unter Berücksichtigung gewisser taktischer Aufgaben bedeutet. Dies heißt aber nicht, daß die gute Konstruktion eines Geschützes oder Geschosses oder eines Zünders nun eine mehr oder weniger mechanische Arbeit geworden sei. Die Erfordernisse konnten hier ja nur ganz flüchtig gestreift werden. Der Fachmann weiß, welcher Unsumme von Anforderungen ein modernes Geschütz Genüge leisten muß. Die Lösungsarten, mit denen den Anforderungen entsprochen werden kann, sind fast so mannigfaltig wie die Zahl der Spiele auf dem Schachbrett, und es ist nicht immer leicht, die beste Lösung herauszufinden.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis

Alten, G. v. und Albert, H. v.: Handbuch für Heer und Flotte, 4. Bd. Berlin 1912. Deutsches Verlagshaus Bong & Co.

Castner, J.: Waffenindustrie, in: Das Buch der Erfindungen, 9. Auflage, Bd. VI. Leipzig 1900. Otto Spamer.

Däniker, G.: Einführung in die Waffenlehre. Schweizer. Militärbücherei, Bd. VI. Zürich 1927. Grethlein & Co.

Korzen, A. und Kühn, R.: Waffenlehre. Wien 1906. L. W. Seidel & Sohn.

Zimmerle, F.: Waffenlehre. Berlin 1924. E. S. Mittler & Sohn.

Rathgen, B.: Das Geschütz im Mittelalter. Berlin 1928. VDI-Verlag.

Schön, J.: Geschichte der Handfeuerwaffen. Dresden 1858. Kuntze.

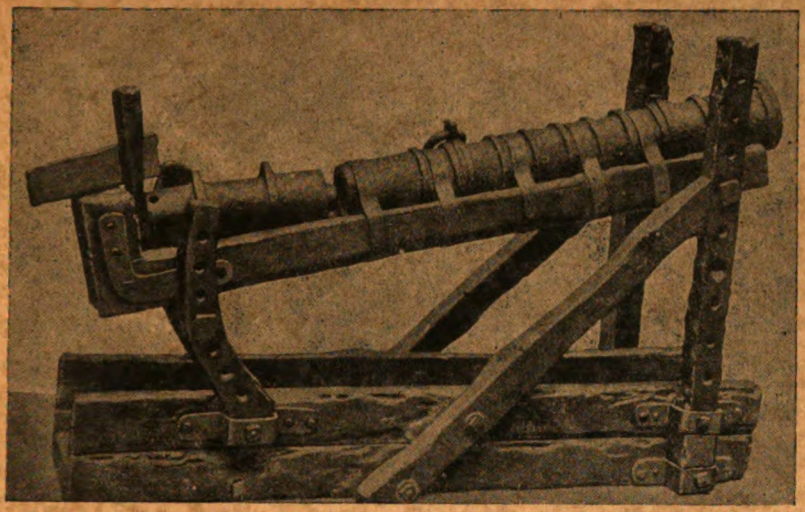
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Schmiedeeiserne Kammerbüchse (10,5 cm L/16) in alter nach Valturio rekonstruierter Lafette mit Richthorn; aus Metz, um 1420.

Verkleinerte Probeabbildung aus dem Buch

Das Geschütz im Mittelalter

Quellenkritische Untersuchungen

von

Generalleutnant a. D. Dr. phil. h. c. Bernhard Rathgen

Din A4, XX/718 Seiten mit 56 Abbildungen, 2 Bildnissen und 1 Plan/1928
In Leinen gebunden RM 50.—, für VDI-Mitglieder RM 45.—

Das Werk ist für das Verständnis der Technik des späten Mittelalters unentbehrlich; es ist eine Fundgrube von Anregungen für den Altertumsforscher und Sammler; es bietet dem Techniker ein lehrreiches Kapitel aus der Geschichte seines Faches; es begeistert den Vaterlandsfreund durch die Schilderung großer Taten der Vorfahren und erfüllt endlich die Jünger der heiligen Barbara mit berechtigtem Stolz auf die Leistungen eines aus der Schar der letzten großen deutschen »Büchsenmeister«. Die kulturgeschichtliche Bedeutung des Geschützwesens im Mittelalter, der Einfluß desselben auf die politische und soziale Gestaltung des Weltbildes, die Stellung der Büchsenmeister als Vorläufer unserer heutigen Ingenieure und die überragende Bedeutung des deutschen Kulturkreises auf diesem Gebiete tritt deutlich hervor.

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG / BERLIN

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,50 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.

Weiter sind vorgesehen:

Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Schimank und Hassler, Zeittafeln zur Technikgeschichte.
Heft 6: Strieder, Deutsche Montanindustrie im Zeitalter der Fugger.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.— (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist die Lieferung der einzelnen Hefte in den Mitgliedbeitrag eingeschlossen.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Bal
Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und technik

SÄCHSISCHE ZINNBERGWERKE

VON

G. ENDERLEIN

1931

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG

Geh. Reg.-Rat Dr. J. ZENNECK
o. Prof. der Techn. Hochschule
München

und

Prof. Dr.-Ing. E.h. Dr. phil. h.c. C. MATSCHOSS
Direktor
des Vereines deutscher Ingenieure
Berlin

Zuschriften sind zu richten an
die Abteilung für technisch-
geschichtliche Arbeiten
des VDI, Berlin NW7,
Ingenieur-
haus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 4

SÄCHSISCHE ZINNBERGWERKE

VON

G. ENDERLEIN

1 9 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Die Wiedergabe der Abbildungen erfolgt mit frdl. Genehmigung des Landesvereines Sächsischer **Heimatschutz, Dresden.**

Digitized by Google

Sächsische Zinnbergwerke

Von *G. Enderlein,* Dresden

Der Altenberger Zinnbergbau, der einzige mit eigenem Hüttenbetrieb auf dem europäischen Festland, wurde Ende Januar 1930 eingestellt.

Schon einige Monate vorher hatte man zum erstenmal gehört: die Zwitterstocksgewerkschaft dort stehe vor der Auflösung ihres fast 500 Jahre alten Betriebs. Der Wanderer, der über die verschneiten Höhen und durch die schmale Häuserzeile der Bergwerkstadt ging, spürte es dann an der sonntäglichen Ruhe des Ortes, dessen Stundengang sonst der Dienst der Bergleute, Einfahrt und Ausfahrt uhrenhaft regelte: das berühmte Gewerbe schlief ein, tat kaum noch leise Atemzüge.

Noch versah der Obersteiger seinen Beruf. Noch klapperten in den Büros ein paar Maschinen. Aber die fünf, sechs Knappen, die den Förderkorb bestiegen, hatten nur noch nach dem Rechten zu sehen, die Stollen in Ordnung zu halten. Ihr Dienst unter Tage, die Arbeit, der sie von jungen Jahren an dienten, war zu Ende.

Was war geschehen? — Verschiedenes traf zusammen, griff in die Speichen des großen Rades, daß es langsam lief und stillstand. Der Weltmarktpreis für das feine Metall ist ganz stark, etwa um 40 vH gefallen. Dafür stiegen die Erzeugungskosten und andere Lasten ins Untragbare, manche um das Zehnfache gegenüber der Vorkriegszeit.

Entscheidend und nun fast tödlich traf ein anderer Schlag das Gewerbe. Die Amtshauptmannschaft Dippoldiswalde verbot der Zwitterstocksgewerkschaft, die rötlichen, schlammhaltigen Abwässer, die bei der Verarbeitung des Gesteins, dem Auswaschen der Erze, entstehen, in die Müglitz oder ihre Zuflüsse zu leiten. Junge Industrie hatte sich gegen die halbjahrtausendalte empört: die Pappen- und Papierfabriken, die längs der Müglitz entstanden und auf Verwertung des Flußwassers eingestellt waren, hatten Beschwerde geführt. In langen Ausführungen begründete die Amtshauptmannschaft ihre Verfügung, gegen die die Zwitterstocksgewerkschaft, auf alte Rechte pochend und auf das Alter ihres Betriebes, sofort Einspruch bei der Kreishauptmannschaft einlegte.

Nun wartet die Stadt mit der hochgelegenen Kirche auf ihr Schicksal. Noch immer wartet sie, obwohl in der Zwischenzeit die anscheinend hoffnungslos verschütteten Wege zum Teil wieder frei gemacht

Digitized by Google

worden sind. Die Kreishauptmannschaft Dresden hat die Verfügung der Amtshauptmannschaft aufgehoben. In ihrer Entscheidung weist sie nach, daß diese Maßnahmen vollkommen unberechtigt gewesen seien, und hebt die Bedeutung des Bergbaues für das Land — namentlich die Gebirgsgegenden - - und für die Landesfinanzen nachdrücklich hervor.

So kann also der Altenberger Zinnbergbau wieder aufgenommen werden, wenn die Weltmarktpreise ein wirtschaftliches Arbeiten erlauben. Um diese Frage geht es nun.

Die kleine Spur Leben, die jetzt noch dort oben fließt, ist Schein. Schein: wenn der Förderkorb wirklich einmal nässebesprüht, triefend in die 200-Meter-Tiefe gleitet. Man hat, von höchster Not gedrungen, eine Art Schaustück aus dem Altenberger Zinnbergwerk gemacht. Veranstaltet Führungen, wie durch ein Museum, um die Welt aufhorchen zu machen, um aller Welt zu zeigen, was hier gefährdet ist an sächsischem Wirtschaftsgut.

Ein Blatt Historie

Der Zinnbergbau ist der älteste in Sachsen

Ganz Fernes rückt heran: wer fand das erste Korn silberblinkendes Zinn? Älteste Spuren deuten auf das Innere Asiens. China bezog es von dort, verwendete es namentlich mit Kupfer legiert: die Bronzeindustrie war schon 1800 Jahre vor Christus hochentwickelt im Land. Nach Europa kam es wohl durch Vermittlung der Phönizier; Spanien und Portugal treten zuerst mit dem Metall ihrer Berge in den Handel. Das südwestliche England, Devonshire und Cornwall, das eine besonders reiche Ausbeute hat, trägt schließlich den Sieg auf dem Weltmarkt davon. Noch heute zählt Cornwall zu den wenigen bedeutungsvollen Zinnabbaugebieten der Welt.

Es kommen zur Zeit für den großen Handel außer diesen Bezirken nur noch die südamerikanische Republik Bolivien, dann einzelne Teile von China, die indische Halbinsel Malakka und Tasmanien in Frage. In den letzten Jahren traten noch Südafrika und Nord-Nigeria hinzu. Wichtigster Produzent von ihnen wieder ist Malakka: hier wurden, in den Federated Malay States, während der letzten 20 Jahre etwa 2 Millionen Tonnen Zinn im Wert von 4500 Millionen Mark gewonnen.

Die erzgebirgische Zinnernte ist klein, an diesen Erträgen gemessen. Der erzgebirgische Zinnbergbau ist jung im Vergleich zu den ehrwürdigen Alten des indischen und chinesischen. Immerhin ist das Zinn das erste Metall, das im sächsischen, im erzgebirgischen Gestein gefunden wurde.

Digitized by Google

Der erste Fund

Es liefen um die Zeit der Hohenstaufenkaiser vermummt, verstohlen, von Sagen umwittert und mit Furcht betrachtet, die Walen durch die erzgebirgischen Berggründe. Des Goldes wegen, sagten viele, das diese venezianischen Abenteurer aus Brunnen und Bächen zu waschen gedächten. Des Zinnes halber! ist wohl die richtige Lösung. Sie suchten in den klaren Bächen die schweren schwarzen Graupen, aus denen sie dann das weiße Zinnkorn herausspülten.

Aber diesen Eifrigen und wohl auch Findigen war es dennoch nicht vergönnt, den erzgebirgischen Zinnbergbau fündig zu machen. Vielleicht versagten die Walenbücher doch, ihre alchimistischen Geheimzeichen! Der Heimat war es gegeben: Egerländer Siedler, wohl Sorbenwenden, die der Mongolensturm unter den Söhnen Dschingis Chans vertrieb, oder die schon länger hier sässig gewesen waren, entdeckten 1240 am Südabhang des Gebirges überraschend große Lager des weißen, weichen, schmiegsamen Metalls. Holz wollten sie schlagen, um Baugrund für ihre Hütte zu gewinnen, und hatten plötzlich, klar zu Tage liegend oder ganz wenig unter Tage, Zinnester unter der Holzaxt. Wie Schweife von Erzgrus lag es schimmernd an den Hängen.

Wie kam der glitzernde Segen in diesen Grund? Wie überhaupt kam dieses Geheimnis der Berge zu Tage? Mehr noch: wie war die Welt unter der schürfenden Hacke, das geologische Gesicht dieser Gegend?

Rings um den Geising her war der Freiberger Gneis den Decken- und Gangergüssen der Porphyre gewichen, in die sich von unten her die flüssige Glut des Granits einschwemmte. Als er in Kuppenform erstarrte und beim Zusammenziehen rissig wurde, sonderte sich Metall ab, metallhaltiger Stein. Zinnerz war darunter, Wolframit, Wismut. Die Jahrhunderte wandelten den Granit zu einem dunklen Gestein, das in Art von Säcken bis zu 250 m Tiefe in den Stock hinabreichte. Es war der Zwitter, der als Masse den Zwitterstock herausbildete.

Die Tiefe war karg und geizig; der reichere Zinnerzgehalt lag nach der Oberfläche zu. Erdrevolutionen, reißendes Wasser spülten das Erz von der ursprünglichen Lagerstätte fort. Nahe bei Tage verwitterte es neu mit seinem Muttergestein. Der Regen kam, spülte kleine Teile des Eingesprengten los, trieb sie an den Hang, wo sie liegen blieben zwischen Lehm und Geröll, bis jemand auf die besondere Art dieses Gesteins aufmerksam wurde.

Mit dem Amt kam auch hier der Verstand. Die Leute aus Egerland wußten mit einem Male, wie sie das seltsame Geschenk der Tiefe zu bergen, wie sie ihr noch mehr abzulocken hatten. Sie führten

Digitized by Google

zunächst Gräben mit gutem Gefälle durch die Halde, hackten dann die Erde los, die das Zinn enthielt, und ließen sie vom Wasser mitreißen. Seltsame Neptune in Wasserstiefeln, fischten diese handfesten Männer, denen Kälte und Nässe nicht gleich etwas anhatte, mit den siebenzackigen Holzgabeln die schweren Gesteinsbrocken heraus und klärten so oberflächlich den Graben. Die Zinnsteine aber sanken im Wasser, das vor einem quergestellten Damm plötzlich still wurde, zu Boden und konnten leicht mit kleinen Eisenschaufeln herausgeholt werden, während Sand und Rasenerde als ungewichtige Ware davontrieben. 200 m lang und 100 m breit trieb man damals die Gräben ins Tal.

Die Gewinnung aus Seifen, älteste Form des Zinnabbaus, war entstanden, die Seifen von Ort und Stadt Graupen, der Keimzelle für den sächsischen Zinnbergbau. Der Hang fiel steil hinab nach diesen ersten Halden. So spülte das blanke Metall in Mengen heran, und die Männer, die danach fischten, hatten guten Ertrag. Aber so empfindlich war schon damals das Handelsbarometer, daß sofort nach diesen ersten erzgebirgischen Zinnfunden — im Jahre 1241, dem Jahr der gänzlichen Aufreibung der Mongolen in Mähren — in England ein außerordentlicher Preissturz dieses Metalls, das damals schon Welthandelsware war, erfolgte.

Name und Vorbedeutung

Seife um Seife durchschnitt die Täler. Siedlung um Siedlung schloß sich darum. Wer denkt heute noch daran, daß diese Fleißigen, die sich dort ansiedelten und Korn um Korn aus dem Wasser wuschen, ihren Beruf, die Hantierung des Seifners im Namen der Städte und Ortschaften verewigten, die ihnen Heimat wurden? Graupen selbst ist so eine Stadt, Seiffen, Schlema, am Schlemmgraben. Eibenstock, das in seinem Rathaus ein merkwürdiges Bild des alten Seifenbetriebs verwahrt, hat die Zinngabel, den „Seifenstock", hier zweizinkig, ins Stadtwappen aufgenommen. Andere Deutung, die jedoch zum gleichen Ursprung, der Erzwäsche, zurückführt, bringt den Namen Eibenstock — früher Iben-, Aiban- oder Hibanstock — mit dem sorbenwendischen „hyben" (Bewegung eines Getriebes) und „stok" (Bottich) in Verbindung. Die seltsam benannten Stadtviertel im Grund mit den gedunkelten Hütten, das ist der eigentliche älteste Stadtkern, die Seifnerstadt. In diesem Talgrund der Altstadt zogen sich einmal die Raithalden hin, schürfte der Rechen, klang das Hämmern des Pochwerks, das die dunklen turmalin- und erzhaltigen Steine zerkleinerte. Ein reiches Zinnfeld ist gerade hier im Stadtbau an der Geschichte erhalten. Die Eibenstocker Seifen „seien nicht der geringsten gewesen", sagt der Chronist Albinus um 1580.

Digitized by Google

Abb. 1. Kopie des Rößlerschen Risses von Altenberg aus dem Jahre 1664, um 1816 gefertigt

Digitized by Google

Auch Zschorlau, das langgestreckte Dorf nicht weit von Eibenstock, bewahrt im Gemeindesiegel von 1413 noch den Rechen, das historische Handwerksgerät. Wievieles mag sich heute noch in brüchigen Urkunden, in verschollenen Chroniken des Gebirges bergen, das Brücke wäre in wichtige Vergangenheit.

Drei Monate etwa arbeitete man an einer Seife. Nicht immer allzu gründlich, wenigstens die ersten Zinnwäscher ließen oft liegen, was sie zuerst mit Eifer begonnen hatten, und suchten sich ein anderes Tal, das ihnen ergiebiger dünkte. Deshalb hat man sich in späteren Jahren ein paar der alten Wäschen wieder vorgenommen, hat zu Anfang des vorigen Jahrhunderts die in Graupen, Ehrenfriedersdorf und Geyer sogar öfters durchgearbeitet. Man hatte ja so kleine und durchaus begründete Wahrnehmgeize nebenher, fand zuweilen kostbaren grünen Beryll, milchblauen Opal, gelbe Topase. Und Gold! Es ist durchaus keine Sage, sondern geschichtliche Tatsache, daß ein findiger Seifner im Todesjahr Augusts des Starken ein Goldkorn statt des Zinns gefunden und dies dem Kurfürsten bei einer Huldigung des Bergwerks Eibenstock überreicht habe. Man wusch Goldfließchen am Schwarzwasser und an seinen Nebenflüssen noch bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts. Aber man hat zuweilen, bei der Feststellung dieser Tatsachen in der Stadtchronik, doch den Mund recht voll genommen. Zum mindesten ist es stark übertrieben, wenn der Zwickauer Chronist Thomas 1579 behauptet, ein einziger Sucher könne im Seifenwerk Goldbrunnen zu Eibenstock täglich anderthalb Pfund Goldkörner waschen.

Übrigens ist auch die Klage, die jetzt das Altenberger Werk zum Stillstand gebracht hat, historisch. Die Bockauer Gerichte beschweren sich 1681, daß die Seifenarbeit Wiesen, Mühlgräben und Röhrwässer beschädige und verunreinige. Aber die Seifner hat das offenbar wenig gestört. Viel zu verlockend war der leichte Abbau der Zinnkornablagerungen.

1823 gab es in Eibenstock noch drei freibauende Seifenwerke, die man nachträglich wieder aufgemacht hatte und die Mengen feiner Körner, seltener derbe Stücke oder Kristallgraupen, förderten. Es waren die letzten im Erzgebirge. Heute gehören die Seifen der Geschichte an. Nur ihre Spuren trifft man noch da und dort.

Das Zinn der Tiefe

Wann wird Altenberg fündig? — Ein falscher Denkstein

Im Jahre 1661 stößt der Oberforster Rachhals, als er sich am Heidelsberg in Aue einen Bierkeller anlegen will, auf einen mächtigen Zwittergang, „Berggeschrei" entsteht. Man baut Bergwerke zwischen Aue und Bockau, schmilzt den Zwitter in eigener Hütte am Auer

Digitized by Google

Floßgraben. Ein kleines von den vielen Beispielen, da Zufall den Bergbau auf die richtigen Wege weist.

Es ist bei weitem nicht das erste Zinnbergwerk, das angelegt wurde, als die Seifen leergewaschen waren und man die härtere Masse nun regelrecht und weit mühseliger in der Tiefe abbauen mußte. Der Weg des Zinnbergbaus ging über Graupen und Obergraupen, dessen Dörrholzstolln bis unter die Mückenberger Pinge reichte, auf ziemlich ebener Grundlinie in den „Zinnwald" hinein. Dann wurde die Gegend um den Greifenstein berühmt. Ehrenfriedersdorf, das schon ganz früh über Seifen verfügte, taucht kurz vor 1400 als Zinnbergwerksort hervor; es hat dann zeitweilig den stärksten Abbau in Sachsen gehabt. Geyer und Thum schließen sich an. Zinnwald treibt seinen tiefen Bünaustollen auf Zwitter vorwärts, es wird ein wenig scheel betrachtet von den anderen; denn es macht sich die Weisheit der Bergwerke ringsum nicht zunutze, bleibt bei veralteten Mitteln. Wasser und Erz werden mit Haspeln mühsam aus der Tiefe geholt, die Bergleute arbeiten zwischendurch in Wald und Feld.

1458 aber, so berichtet Magister Christoph Meißner, der an der Kreuzschule in Dresden lehrt und zugleich „den hochansehnlichen bauenden Herren und Frauen Gewercken des Zwitterstocks zum Altenberg" die Chronik schreibt, 1458 hat „in dem ehemaligen hiesigen eiteln Walde, welcher dem Herrn Walzig von Bärenstein eigenthümlich zugestanden, ein Köhler einen Meiler Kohl-Holz auf einem mächtigen flachen Gange zugerichtet und im Ausstoßen berglauter Zien angetroffen. Da ist der so beruffene Zwitter-Stock zum Altenberge unvermuthet fündig worden".

Ist er es wirklich? Die Altenberger haben sich fest auf die Notierung der alten Chronik verlassen, die sich ihrerseits wieder auf eine Niederschrift des bekannten „Pirnaischen Mönches" Johannes Lindner stützte. Sie haben, obwohl sie öffentlich vor der Festnagelung einer geschichtlichen Unwahrheit mehrfach gewarnt worden waren, ruhig vom 13. bis 15. August 1858 eine festliche Vierhundertjahrfeier abgehalten, mit Festgottesdienst, Bergparade und der Enthüllung eines Denksteins über der denkwürdigen Fundstätte.

Schließlich brachte, etwa 30 Jahre später, eine Entdeckung im Wittenberger Archiv endgültige Klarheit. Dr. Friedrich Oswald Voigt fand dort die Abschrift der Urkunde von der ersten Stadtrechtsverleihung an die „Zinner uffm Geussingsberg" aus dem Jahre 1451 und weiter eine kurfürstliche Verordnung von 1446, wonach der Landesherr schon da den Zinnern des neu angelegten Bergwerks „auf dem Bernsteinschen" Stadtgerechtigkeit geben will. Neuester Forschung nach ist die erste urkundliche Erwähnung des Altenberger Zinnbergbaus in jenem Kaufvertrag zu finden, der im gleichen Jahr

Digitized by Google

den vierten Teil der Bärensteiner Herrschaft samt den Bergwerken an den Herzog Friedrich von Sachsen bringt.

Besondere urkundliche Nachweise finden sich in Ermischs Untersuchung[1]). Die Urkundenbücher von Graupen und Freiberg aber geben als einwandfreie zeitgenössische Quelle an, wo der erste Einschlag geschah.

Man kann also wohl annehmen, daß das Altenberger Bergwerk spätestens 1440 fündig geworden ist. Daß es sich um Wiederentdeckung einer alten Zinnstätte in der durch die Hussiten völlig entvölkerten Gegend handelt, wie ältere Historiker behaupten, ist nicht wahrscheinlich, ebensowenig, daß Graupener Fundgrübner die Entdecker waren; sie haben jedoch die Ausbeutung der Stätte viele Jahrzehnte lang mit betrieben.

Die ersten Zechen, von denen wir aus jenen Urkunden wissen, waren die „Reiche" und die „Rote Zeche", die bereits 1449 genannt werden, und die „Zeche am faulen Wege", die 1452 in der schriftlichen Aufzeichnung erscheint. Sie lagen alle im Gebiet der heutigen Altenberger Pinge.

Ein Bergwerk nach dem andern wächst in die Tiefe. Sachsen und Böhmen wetteifern. Um zwei Gipfel liegen die ertragreichsten gebreitet, Geising und Greifenstein heißen sie.

Innerer Ausbau — Ein Häuerstreik vor 460 Jahren

Es stand eine Burg in den natürlichen Mauern des Greifensteins, sagt Christian Lehmann, der bilder- und auch phantasiereiche Chronist des Erzgebirges, einsam zwischen den natürlichen Mauern der Steine. Wer soll sie gebaut haben, zwecklos, wie es scheint, in die Einöde? Bergherren, die den Abbau mit ihrem Kapital förderten: die Waldenburge auf Wolkenstein, die um 1407 Ehrenfriedersdorf, Thum und Geyer als „ihre" Bergorte mit freiem Markt begnadeten.

Es ist der unausweichbare Lauf der Dinge: Das Zinn schwemmt nicht mehr mühelos in der Raithalde heran, sondern muß schwierig und kostspielig abgebaut werden. Geld ist nötig, reiche Bergherren, die ihre Gulden für das Werk in der Tiefe anlegen wollen.

Jetzt muß Ordnung in die bis dahin ungeregelte Arbeit kommen. Es gibt genaue Bergordnungen, die Graupener von 1487 ist bestimmt nicht die erste, an Entwürfen vorher fehlte es jedenfalls nicht. Gewerkschaften werden gegründet, müssen Mittel aufbringen, nach strengem Bergrecht ein Gelände erst „muten", ehe sie die Stollen treiben können. Dem Seifner gestattete man die regellose Arbeit. Wer aber

[1]) Das Zinnerrecht zu Ehrenfriedersdorf. Neues Archiv für Sächsische Geschichte Bd. 7

Digitized by Google

„Kübel und Seil einwerfen" will, muß Rechte erwerben, hat freilich auch Rechte zu verteidigen.

Heute und Einst berühren sich. Ins feste Gefüge der geregelten Arbeit brechen Streit und Streik, vor 460 Jahren wie heute.

1469 lassen die Berghäuer den „Berg" — das Bergwerk — einfach „wüste und ohne Arbeit stehen und liegen". Grund: die Zinner, die Gewerken, wollen ihnen den Lohn nicht an der Arbeitstelle in Altenberg, sondern drei Stunden weg in Graupen bezahlen, außerdem in „böser Münze"; auch die Streiktage sollen ihnen nicht vergütet werden. Schiedsgericht, von Arbeitgebern wie Arbeitnehmern, Zinnern wie Häuern, angerufen, ist die Landesherrschaft. Die entscheidet nun, daß der Lohn künftig auf dem Geisingsberg, in gutem sächsischen Geld ausgezahlt werden muß. Eine ganz genaue Festsetzung der Arbeitzeit und Staffelung der Löhnung gibt es schon da: die Landesherrschaft setzt in diesem Streit die tägliche Arbeitzeit auf 9 Stunden fest, wobei der Sonnabend nachmittag freizubleiben hat; der Häuer bekommt in Zukunft 14, der Hutmann 15 Schwertgroschen, das ist ein wenig mehr als in Ehrenfriedersdorf und Geyer. In die Bezahlung der Streiktage durch die Zinner mischt sich die Regierung klugerweise nicht.

Alle die erzgebirgischen Zinnbergwerke sind mit dem Geld der reichen Bürger und Adeligen in den Städten oder auf den Burgen umher, daneben auch von kleinen Gewerken, abgebaut worden. Noch wissen wir Namen von oft fast fuggerischem Glanz: an den Betrieben in Zinnwald, Geising, Altenberg beteiligten sich als Unternehmer Asmus Rüling (Röling) aus Geyer oder Freiberg, die Brüder Hans und Erhart Müntzer, die in Freiberg und Graupen angesessen sind, aus Graupen dann die Glatz, Schwerzel, Greuse, Holekron, Raupenest — die ihren Namen in der Altenberger Anhöhe verewigt haben —, Kölbel, der sich in Geising das „hohe Haus" baut und seitdem Kölbel von Geising heißt. Den Graupener Bergbau stützt Timo von Koldig, die Nürnberger Handelsherren Blau fördern den Blauenthaler. Von Augsburger Gewerken sind die Familien Zobel und Faller zu nennen, die im Wirtschaftsleben jener Zeit ein gewichtiges Wort zu sprechen hatten.

Auch der Landesherr hat seine Hände mit im sächsischen Bergbau. Er hat nicht nur die Gesellschaften zu bestätigen, die, in Altenberg z. B. seit vor 1500, das gewonnene Zinn erwerben, gegen bar kaufen — die erste Gesellschaft ist tatsächlich mit einem Vermögen von mehr als der Hälfte des Fuggerschen beteiligt! — oder ärmeren Gewerken Vorschuß geben, sondern er ist selbst kaufmännisch daran interessiert. Zuweilen auch wendet er sich dabei gegen die adeligen Unternehmer, legt, im Bunde mit den bürgerlichen, ihre Arbeit lahm.

Digitized by Google

Am Ende der erzgebirgischen Zinnwerksgeschichte wird es klar, wie stark das Fürstentum mit diesem berühmten Gewerbe verbunden war.

Tragödie eines Bergherrn

Der Bergherr steckte das Geld in den Bau, aber er zog es in Mengen auch wieder heraus. Wenn er den Abbau vorwärtsdrängte, geschah es kaum aus großen Gesichtspunkten heraus, etwa um seinen Bürgern Brot zu schaffen, sondern um des eigenen Vorteils willen.

Auch der Fürst dachte nicht anders. Von jenem Kurfürsten Friedrich II. berichtet O. E. Schmidt[2]), daß er schon vor dem berühmten Bärensteiner Kauf — 1446 — im Entwurf einer Bergwerksordnung die Vorteile des Landesherrn in einem solchen Fall sehr nachdrücklich vorsah. Auch als er dann 1451 der „Czinner gemeinlicheid" auf dem Geising das Stadtrecht samt einem freien Wochenmarkt verlieh und damit zugleich die rechtlichen, die Steuerverhältnisse neu ordnete, sprang allerlei Vorteil für ihn heraus. Ja, das Recht des Landesherrn ging dem des Schloßgesessenen bei weitem vor.

Immerhin hatte auch der Burgherr noch Rechte und Einkünfte die Fülle, und so ist sich der Bärensteiner Schloßgraf, der 1453 in den Besitz der Herrschaft kam, sicher zunächst sehr beneidenswert vorgekommen. Der besondere Zehnte des Grundbesitzers, der sich auf 400 bis 600 Zentner Zinn im Jahr belief, stand ihm zu, die „Flut": das Recht, aus dem Schlamm und Sand des zinnhaltigen Tiefenbachs, des Roten Wassers und der Müglitz Zinn aufzubereiten. Auch am Ertrag des Altenberger und Geisinger Marktrechts war er beteiligt.

Aber dieser Walzig – wir kennen ihn aus der Altenberger Chronik – hatte kein Glück. Wahrscheinlich fehlte ihm auch Sachkenntnis und kaufmännische Intelligenz. Er übersah die Dinge einfach nicht mehr und wurde von den Gewerken bös übers Ohr gehauen. In dieses Mannes Zeit – dessen Name ganz eng mit der erzgebirgischen, der Altenberger Geschichte verknüpft ist — fiel der große Hauerstreik, es gab neben diesen inneren Schwierigkeiten, die mit Organisationsfehlern und schlechten Entlohnungsverhältnissen zusammenhingen, sehr bald die äußeren. Das Bergwerk lieferte nicht, es kostete auch Geld. Neue und tiefe Schächte mußten abgeteuft werden, und wenn man die Wasserkunst zur Bewältigung der Grubenwässer anlegte, so mißlang die mühselige Arbeit sehr oft: die Schächte drohten zu ersaufen.

Walzig mußte, soviel scheint aus den Akten festzustehen, die Hauptlast der Kosten tragen, mußte das Holz zum Grubenbau, zur „Kunst" und zu den Pochwerken, die Kohlen zum Zinnschmelzen ent-

[2]) Schmidt, O. E., Kursächsische Streifzüge.

Digitized by Google

weder herschenken oder ganz billig liefern. Die Wälder wurden ihm verwüstet und zerschlagen. Es soll auch eigens der Herzog Albrecht 1473 von seinem halbfertigen Meißner Schloß, das nebenbei auch viel Münze der Zinnbergwerke verschlang, herübergeritten sein und mit Zorn den unglücklichen Burgherrn überfallen haben, dem er alle Schuld an den Mißhelligkeiten zuschob.

Walzig, in Schulden versinkend, verpfändet sein Hab und Gut und stirbt, in Kummer und Sorgen. Er ist Ritter der Seele gewesen

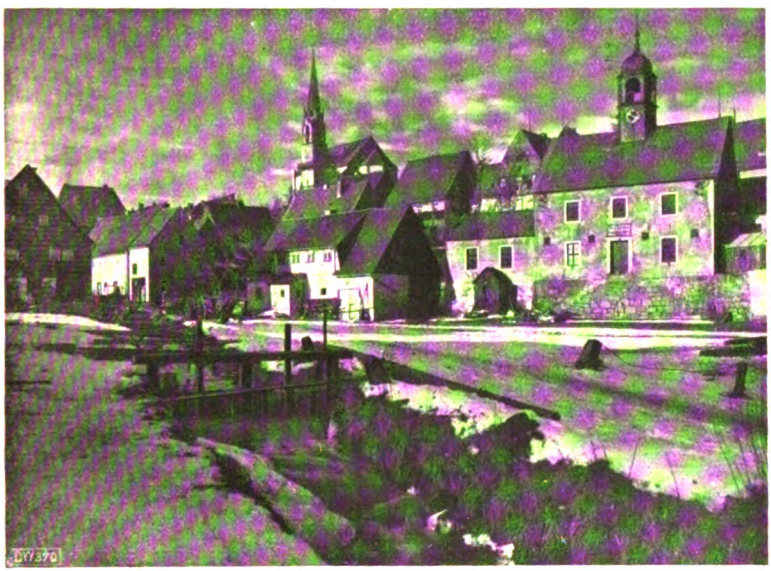


Abb. 2. Roemer-Treibeschacht der Zwitterstocksgewerkschaft

und geblieben wohl bis zuletzt; unter seinem Grabmal in der Bärensteiner Kirche ist zu lesen, daß er „dem Gotteshaus erblichen gegeben den zenden vom flut".

Aber keiner war da, der den bestaubten Schild des Burgherrn wieder zu Glanz gebracht hätte. Ein geschickter Makler spielte, was einmal Besitz des unmündigen Erben hatte werden sollen, dem Herzog Georg in die Hände. Der löste säuberlich das heraus, was ihm am dienlichsten schien: die Städte Altenberg und Geising samt den Bergwerken; nun war das „herzogliches Amt". Den Erben blieb der kleine Rest, den sie teuer genug zurückkaufen mußten.

Es war ein kurzes Bergglück auf Bärenstein.

Digitized by Google

Der Abbau

Nur der Gewalt weicht der Berg. Nur dem stürmischen Andrängen ergibt sich das Zinngestein.

Vieles hat sich geändert im bergmännischen Betrieb. Vieles ist geblieben, heilig, unantastbar geworden in Jahrhunderten. Das Geistige, Bergsage, Bergmannslied, so manche Gepflogenheit fernster Tage gehört zu diesem Heiligen. Anderes verschob soziale Umwälzung, die Entwicklung der technischen Erfindungen.

Man hat das sächsische Zinn bergmännisch zunächst im Strebenbau gewonnen, hat in Art des Stockwerkbaus abgebaut. Gearbeitet wurde mit Feuer und Schlägel. Man erhitzte das Gestein durch ein Holzfeuer, spritzte Wasser darauf und bearbeitete es dann mit dem „Gezähe". Eisen, Schlägel und Keile zertrümmerten, was da, vom „Feuersetzen" zerrissen, herabhing. Man schlug die Steine klein, las den Zwitter heraus, zermahlte das nochmals Gebrannte auf Mühlen. Erfinderische Köpfe mühten sich, die Arbeit der Hand immer mehr auf die Maschine zu überführen. Um 1507 ersann Sigismund von Maltitz das Naßpochwerk, das, von Wasserkraft getrieben, eine Reihe von Stempeln auf das Pochgut im Trog niederfallen ließ. Sarepta Matthesius, der Chronist von Joachimsthal, das wie Abertham und Gottesgab ebenfalls reiche Gruben hatte, schreibt in seiner Stadtgeschichte[3]: „Nun hat man Pochwerk, da hebt ein Wasserrad die Stempel mit dem Bugeisen; im Kumpt hat es ein Schleisen, darauf pocht man die gerösten Zwitter; das Wasser jächt den Schlamm und Sand mit dem Zinnstein durch ein Blech in ein langes Gerinn, darinn der beste Stein bleibt, wenn er oft mit einem Kreil gerissen wird."

So macht sich der Bergmann die Elemente zu seinen Dienern. Seine gewaltigsten Helfer werden sie. Altenberg geht wieder voran. Es schafft sich, wie nachgewiesen ist, mit tatkräftiger Hilfe der Fürsten vier mächtige Werke, die dem Bergbau auf lange Zeit hinaus das Fortbestehen sichern.

Das Aufschlagwasser fehlt dem jungen Unternehmen, da das Pochwerk auf der Wasserscheide liegt. So leitet man schon 1460 böhmisches Wasser vom „Toten Kind" herüber zu den Werken. Der Aschergraben wird angelegt, er folgt den Höhenlinien des Meßtischblattes in all ihren Kurven und hat, wie Rudolf Schumann vermutet, später wohl auch die Landesgrenze mit bestimmen helfen[4]. (Der Name Ascher ist wahrscheinlich auf das Gewerbe der Männer zurückzuführen, die damals ganze Wälder niederbrannten, um die als

[3] Erschienen in Nürnberg 1562.

[4] Schumann, Rudolf, Vom Altenberger Zinnbergbau in: Mitt. d. Landesvereins Sächsischer Heimatschutz, Dresden, Bd. 19 (1930) S. 257.

Digitized by Google

Düngemittel stark im Handel begehrte Asche zu gewinnen.) Als 90 Jahre später das Wasser dieses Grabens, der noch heute idyllisch unter Nadelbäumen hinfließt, nicht mehr genügte, wurden zwischen 1550 und 1553 — großartigste Werke einer doch noch primitiv arbeitenden Zeit — die beiden Galgenteiche von den geschickten sächsischen Knappen angelegt. Sie fangen das Wasser des Neugrabens, der von den Lugsteinen herüberkommt, und stellen, mit ihrem mächtigen Fassungsraum, die ältesten Talsperren Sachsens dar. Kleinere Sammelteiche speist der Quergraben, der ebenfalls aus dem Moorgebiet herströmt. 30 km ungefähr messen heute noch die Kunstgräben des Zwitterstocks.

Die Wasser über Tage waren notwendig und mußten künstlich herangezogen werden. Die unter Tage, die Spaltenwässer der Tiefe, waren hinderlich und auch gefährlich, je mehr man in der „Teufe" vordrang. Sie zu beseitigen, baute man nach fast 20jährigen, von den Fürsten mit aller Großzügigkeit gepflogenen Verhandlungen wegen der Kosten 1481 unter Niklas Staude, der sich schon bei ähnlichen Anlagen in Schneeberg bewährt hatte, ein „Kunstgezeug", eine Wasserkunst in den Berg: in die gewaltige Höhle, die auch erst das Feuer gerissen hatte. Ein alter Stich im Faktoreigebäude dort zeigt das mächtige Maß. Das ganze Innere der Altenberger Kirche soll Platz darin gehabt haben. Zwei andere Wasserkünste wurden 1554 und 1566 angelegt.

Sicher das großartigste Werk auf Altenberger Grund war der „Tiefe Stolln", durch den man, von 1495 an, vom Tal des Roten Wassers bei Geising aus, die Grube in 50jähriger Arbeit trocken legte. Kapital dazu gaben die Kapitel von Meißen, Freiberg, Zelle und mehrere andere Klöster, der Leipziger Rat und andere Stadtverwaltungen, „die Lust und Liebe zum Bergwerk hatten". Man hat den zweiten Zweck dieser Bergwerksgänge damals schon richtig erfaßt und ausgenützt: führte den anderen Stollen über dem ersten hin und verband beide, um auf diese Weise die nötigen Wetter heranzubringen. Dieser obere Stollen ist heute zum Teil verbrochen, nicht mehr zu befahren. Der andere aber „Zwitterstocks tiefer Erbstolln", — der Name ist nicht mit „Erbe", sondern mit „erlangen" zu deuten — führt noch heute die Grubenwässer nach Geising zu.

Die Pinge

Feuer und Wasser waren Freund und wurden Feind dem Menschen, der also stürmisch der Natur ihr Geheimnis entriß.

Der Bergmann, der auf eine gewaltsame und immer noch verhältnismäßig leichte Art, mit dem schwelenden Brand, den Berg bezwang, wurde sicher. Die beleidigten Geister der Tiefe schreckten

Digitized by Google

ihn nicht mehr: sie gab ihm ja, was er wollte. Und so feuerte er, wie der alte Chronist sagt, „viele Brenn-Örter neben und übereinander aus", um immer rascher zum Ziel zu kommen. Die kleinen Gewerkschaften und Eigenlehner, die den Betrieb der vielen Zechen — 1576 zählte man in Altenberg bereits 124 — unter sich hatten, wurden wohl auch von den Geschäftsleuten gedrängt, die das Zinn aufkauften.

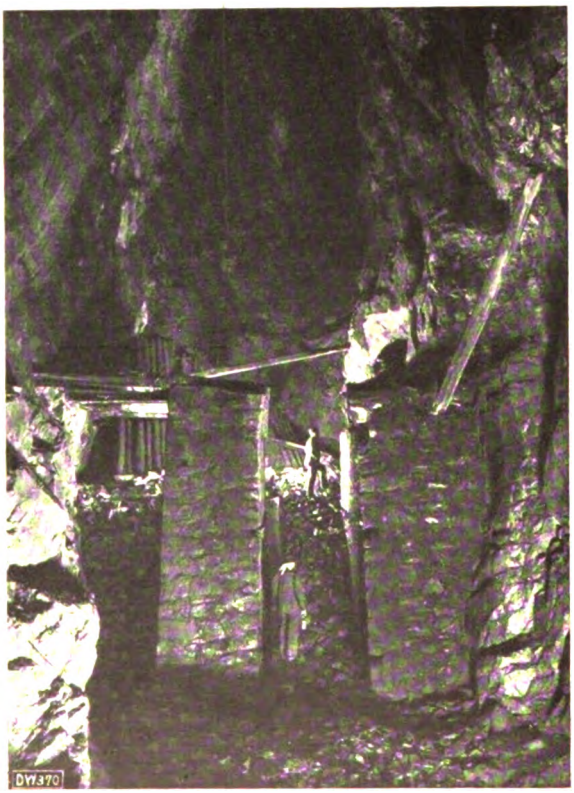


Abb. 3
Radstube im Tiefen Stollen mit den Pfeilern des abgebrochenen Rades

Da empörte sich der Berg: krachend stürzten die Granitblöcke in die Tiefe, „und solchergestalt ist der erste Tagebruch Sonntags nach Martini anno 1545 nicht ohne geringen Schaden des Bergwercks geschehen". Die erste Pinge lag zutage. Zwei Frauen und einem Kind kostete der Bruch das Leben.

Es war fünf Monate nach dem Besuch des Herzogs Moritz, der alles daran setzte, den Zinnkauf aus den vielen Händen des

Digitized by Google

Handels in seine eigenen zu bekommen, weil er Politik mit dem Erz der Berge und seinen Erträgnissen treiben wollte.

Man zog den Bergmeister vor Gericht. Aber man war anscheinend ganz zufrieden mit den Dingen, so wie sie nun einmal lagen. Denn der Bruchbau, wie er nun betrieben werden konnte, war bedeutend einfacher und lohnender.

So lohnend, daß der Altenberger Amtsverwalter Christoph Buchner selbst die noch festen Schächte zum „Gehen" bringen wollte. Als er sich am 22. April 1578 vor dem kurfürstlichen Rat wegen seiner Machenschaften verantworten soll, dröhnt der zweite Bruch. Diesmal werden die leitenden Beamten entlassen und durch eigens geschickte Kammerräte ersetzt.

Es ist die Zeit, da Vater August mit Kaiser Maximilian II. den Gedanken eines Zinnmonopols erwägt und schließlich fallen läßt, da die Handelsgesellschaften erlöschen und nunmehr Handelshäuser ihr Geld in den Werken anlegen und diesen Besitz durch Faktoren verwalten lassen. Aus der Vereinigung der einstigen Gesellschafter Harrer und Biener geht die Zwitterstocksgesellschaft hervor, und aus dem Altenberger Zinnbergbau wird nun ein rein kapitalistisches Unternehmen.

Weitere Brüche folgen 1583 und 1587. Jetzt müht man sich mit allen Kräften, Geister, die man halb und halb gerufen hatte, zu beschwichtigen. Man plant den Einbau von Bergpfeilern, mutige Steiger und Bergleute versuchen täglich unter Lebensgefahr, den Bruch zu festigen. Es ist umsonst: unter den Füßen der Menschen, die droben Pläne und Verträge machen, erbraust der beleidigte Berg, empört sich Natur, die an keine Verträge zu binden ist.

Am 24. Januar 1620 aber, Montag früh um vier, „da ist das liebe Bergwerck mit fünf Göppeln samt eines Schmiedes Wohn-Hausse und den Künsten gantz übern Hauffen gebrochen, und 24 Personen mit verfallen, von welchen 19 Personen noch desselbem Tages und 4 an dem vierdten Tage hernach wieder lebendig heraus gebracht". Der 24. aber blieb verschollen bis auf den heutigen Tag. Und er mag im Lauf der Jahre ein wenig ins Spukhafte verzerrt worden sein: der alte Weißbart, der mit besonderem Eifer zum Wegbrechen, Wegbrennen der „Berg-Vesten", der hölzernen Streben geraten hat. Er blieb verschollen im Gestein wie der Rattenfänger von Hameln. Nach 100 Jahren nur soll der Häuer Hans Heinrich Richter vor seinem Ort im Bruch eine große filzene Bergmütze gefunden haben, die man lange verwahrt haben soll im pietätvollen Gedanken, daß dies ein Teil von jenes Häuers Tracht gewesen sein könne. Dieser armselige und geringe Rest wäre aber auch das einzige gewesen, denn sonst hat man, wie der wackere Herr Meißner feststellt, „auch nicht das kleinste Beingen von ihm finden können". Aber Sage und Volks-

Digitized by Google

dichtung haben ihn ganz und gar umsponnen, und erst neuerdings wurde droben im Gebirge das Gedicht eines Altenbergers verbreitet, das die wilde Gottlosigkeit jenes vermessenen Greises in düsteren Farben malt.

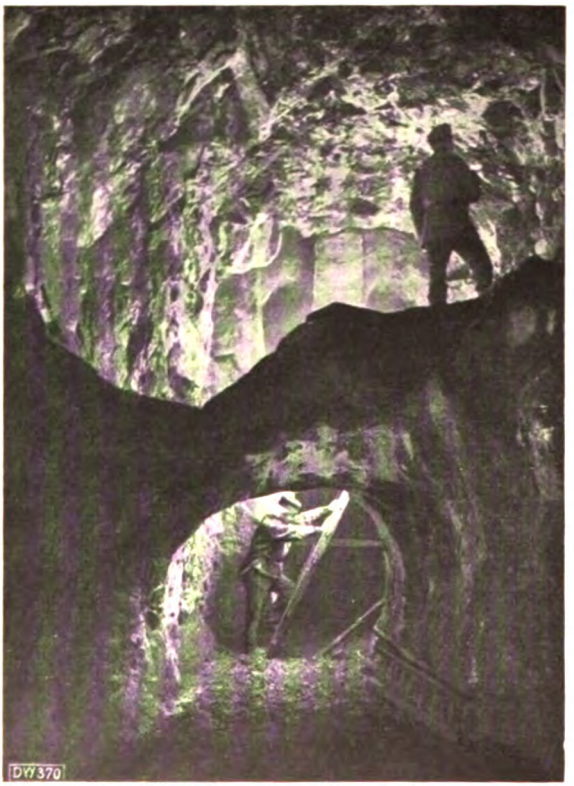


Abb. 4
Radstube, Rösche für das abfließende Aufschlagwasser und Öffnungen für das Doppelgestänge

Heute noch liegt da, fast 100 m tief gebrochen und mit einem Rauminhalt von einer Million Kubikmeter die Pinge. Bis in diese Tage hinein nutzte man im Roemer-Treibeschacht des Zwitterstocks die Stollenembrüche von vor 300 Jahren aus.

Mehr solcher Pingen gähnen im Zinnland des Erzgebirges. Leichtsinniges Aushohlen des Stockscheiders riß in furchtbaren Zusammenbrüchen 1704 und 1803 den Krater bei Geyer in die Tiefe. Die meisten dieser Bergwerksanlagen hatten und haben ihre Pingen.

Digitized by Google

Schicksal-Spiegel

Überhaupt ist, im großen gesehen, Altenberg wohl nur ein Spiegel des Berggeschehens ringsum. Es hatte hohen und niedrigen Pegelstand, ganz wie die anderen. Die großen allgemeinen Schicksale, Seuchen und Kriege, schlugen den einen wie den andern Ort. Im Dreißigjährigen Krieg lagen sie wohl alle darnieder. Wir wissen, daß im Eibenstocker Revier damals die Ruhe des Todes lagerte, und daß die Aufbauarbeiten in den durch die Pinge verbrochenen Schächten Altenbergs von „Krieg, Pestilenz und teurer Zeit" lange verhindert wurden. Schon vorher hatten im Teuerungsjahr 1599 die Bergwerkswässer noch im Frühling unter tödlichem Eis gestanden und die Trockenheit des Jahres 1611 hatte wiederum „alle Pochmühlen in Altenberga und Zinnwalda" feiern lassen.

Alle großen Ereignisse fanden dumpf ihren Nachhall drunten im Schacht. Graupen, der erste Ort, der fündig geworden war, wurde auch als erster 1429 von den Hussiten in Asche gelegt. Doch wie vom Sturm gebogene Bäume standen sie alle wieder auf, blühten oft schöner als zuvor.

Wie Wellen war das, die einmal die Schätze der Tiefe heraufspülten, einmal die Schächte wieder verschwemmten. Zuweilen versagten die treibenden Kräfte, zuweilen hinderte Kleinlichkeit oder Böswilligkeit den erfolgreichen Abbau. 1538 haben die Bauern die neuen Zinnschmelzöfen bei Ehrenfriedersdorf zerstören wollen, weil die Dämpfe ihren Feldfrüchten schädlich waren. Im Altenberger Werk war es nur zu oft ein Kampf aller gegen alle, der die Förderung hemmte.

Gleichmäßig war bei ihnen allen der technische Höhepunkt um 1600, wenn man auch an manchem Hergebrachten und längst Überholten standhaft festhielt. So hat man Feuer noch gesetzt, als das Umgehen mit Sprengpulver schon allbekannt war und die dreistempeligen, dreihübigen Spundpochwerke haben sich bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts erhalten.

Am wenigsten hören wir vom Hüttenbetrieb jener Jahre. Wahrscheinlich hatten wohl nur die größeren Gewerkschaften Schmelzhütten, wie wohl auch sie nur die Pochwerke besaßen. Das kleinere Werk machte Anleihen beim großen, ließ den Zwitter dort mahlen und den fertigen Schlich ebenfalls im Lohn dort schmelzen.

Auf gleicher Linie standen wohl auch in all diesen Bergwerksorten die moralischen Verhältnisse, vom Bergbau und seinen Erträgen abhängig, den Bergbau und seine Förderung wiederum beeinflussend. Gewiß haben harte Zeiten auch ein hartes Geschlecht hervorgebracht. In Jahren, da die Bergleute in ihren Betten erfroren und sich von den Knospen der Erlen ernähren mußten, mag man zuweilen nicht viel

Digitized by Google

Federlesens mit Gut oder Leben des anderen gemacht haben, obwohl schwere Strafen, Tortur und Tod auch die kleineren Vergehen ahndeten. Dazu trat, im noch nicht genügend gesicherten Schacht, das Unglück des einzelnen. Martin Göbler kommt 1599 „aufm Zienwalde auf der Werners Zeche im Schwaden um", ein anderer fällt am 4. Oktober 1614 „beim Holtzeinhängen vom Tage 140 Lachter tieff in einen Schacht, welchen man Stückweise herausbrachte". Jahr um Jahr finden sie sich in Meißners Chronik nebeneinander. Stand es, bei reichen Zinnernten, gut im Land, so ist allzu rasch verdientes Geld auch wieder rasch und geräuschvoll vergeudet worden. Dann gab es Klagen über Klagen, daß die Knappen tranken, spielten und rauften, derartig, daß, wie im Jahre 1671, andere Bergleute sich vom Orte (Altenberg) wegwandten. Auch von Zinndiebstählen weiß die alte Zeit vielfältig zu berichten. Am meisten haben sich wohl die Zinnflutner, die das nicht aufbereitete Zinn aus dem Pochschlamm wuschen, am unrechten Gut bereichert.

Der Bergsegen

Man hat den Ertrag der einzelnen Zinnbergwerke, in verschiedenen Jahren errechnet, in der Chronik verbucht. Man sagt, daß Graupen um die Mitte des 18. Jahrhunderts in sechs Schmelzhütten 1200 Ztr. Zinn erschmolzen habe und 100 Jahre später schon genaue tausend weniger. Ehrenfriedersdorfs Ernte wird zu Ende des 15. Jahrhunderts auf etwa 600 Ztr. beziffert.

Genauere Zahlen haben wir über Altenberg. Als ganz besonders günstiges Jahr wird 1545/46 bezeichnet. Man hat da in 29 Wochen 1626 Ztr. Zinn geerntet. Von 1577 bis 1599 belief sich, wie Schumann mitteilt, die Zinnmenge auf 96000 Ztr. Man zahlte gutes und teures Geld noch bis in die Zeit der napoleonischen Kriege hinein, dann sanken die Preise, vermutlich weil der gesperrt gewesene englische Markt sich wieder öffnete. Der Niedergang des sächsischen Zinnbergbaus beginnt, lang ehe der Druckluft-Bohrhammer den Meißel vertreibt. Im schärfer und schärfer werdenden Wirtschaftskampf der neuen Zeit steht der Kampf um die Erhaltung des sächsischen Zinnbergbaus und um die Erhaltung seiner Wirtschaftlichkeit, geht letzten Endes der Wettlauf mit der Konkurrenz des Auslands. Zollerhöhungen wie die, mit der Österreich, das Hauptausfuhrland für sächsisches Zinn, 1824 seinen eigenen Zinnbergbau schützte, erschüttern die Grundlagen. Die Schwankungen des Zinnpreises kommen mit hinzu. Mit großer Vorsicht muß das Schiff gesteuert werden: geringstes Nachlassen der Adern, Zusammenbrechen eines Stollens kann Verderben werden in Zeiten, die mit dem Kleinsten rechnen müssen.

Digitized by Google

Mit 1870 kam die erste gewaltige Zinneinfuhr aus Ostindien, Australien, Tasmanien, deren niedrige Preise nun wieder den inländischen Markt drückten. Schon 1884 stand die Altenberger Zwitterstocksgewerkschaft vor einer Krise: sie mußte den Preis für den Zentner Zinn um 20 Mark erniedrigen und setzte in einem Jahr 18 000 Mark zu, um nur bestehen zu können.

Die Waage schnellte auf und ab, sank, aber hob sich auch wieder. Es war zuletzt im sächsischen Zinnbergbau nur ein Kämpfen um Verlorenes. Der Abbau, wenn wirklich Abbauwürdiges vorhanden war, lohnte nicht mehr. Man beschränkte sich auf Quarz, Wolframerz, das man aus verschütteten Halden klaubte. Noch einmal wurden die alten Zinnwäschen und Seifen wichtig und gleichsam lebendig, als im letzten Krieg der Wert des Wolframs in die Höhe schnellte, weil man es zur Eisenlegierung benötigte. In Geising haben damals die Frauen die Dielen der Häuser aufgerissen, Gärten und Halden durchwühlt, und der Rat der Stadt hat für 3 Millionen Mark solche Erze der Regierung verkauft.

Schließlich verschwindet ein Werk ums andre, das einmal den sächsischen Zinnbergbau berühmt gemacht hatte. Schließlich steht da nur noch Altenberg, das zäheste von allen. Märchenhafte Ergebnisse brachten die sächsischen Silberstädte, gering war dagegen die Ausbeute an Zinn. Aber es war Zuverlässigkeit in diesem Unternehmen. „In seiner Stetigkeit trug er (der sächsische Zinnbergbau) zum Reichtum der Handelsbeziehungen, zu der Vielfältigkeit der Unternehmungen des sächsischen Lebens mehr bei als die rasch aufspringenden und rasch versiegenden Quellen vieler Silberorte“ [5]).

Bergstadt und Bergwerk Altenberg

Eine Fahrt in die Grube

Zum Gang durch die Stadt „uffm alden Berge“ lockt die Vermutung, hier, an der Stätte des einzigen noch schwach pulsierenden deutschen Zinnbergwerks unmittelbare und lebendige Zeugen für dieses alte Gewerbe zu finden. Aber Altenberg, die Fünfhundertjährige, ist dennoch eine junge Stadt: der große Brand 1876 sengte vieles von dem hinweg, was da noch Erinnerung war oder doch hütete.

Die Kirche sank damals in Schutt, die Kirche mit dem kupferhaubigen Turm, die der jeweilige Fürst mehr oder weniger reich ausstattete, die er erweiterte und erneuerte. Die Kirche, die überhaupt Fürstengründung und -geschenk war: die allererste wurde ja den Zinnern zugleich mit dem Stadtrecht 1451 übergeben. Auch das Rat-

[5]) Trautmann, Otto: Die Entstehung der Bergstadt Altenberg

Digitized by Google

haus und das Bergamt sind verschwunden, auf dessen innerem Treppenabsatz der Kinderschreck des mächtigen zinnernen Bergmanns zu finden war, und damit vieles an Akten, was über die bergmännischen und sonstigen Berühmtheiten der Stadt Auskunft geben könnte.

Wir wissen, daß der Urgroßvater Leibniz' um 1560 kurfürstlicher Amtmann in Altenberg war. Daß die Altenberger Knaben die Helligkeit ihres Metalls gleichsam in der Kehle hatten und tüchtige Thomasschüler aus dieser Stadt hervorgegangen sind; wie ja überhaupt eine gewisse Verbindung mit Leipzig bestanden haben mag von 1472 an, da der Rat die ersten Bergteile in den Zinngruben zwischen Altenberg und Graupen kaufte und seinen geschickten Verleger Lukas Schönberg mit diesem Handel betraute.

Von all diesem ist Näheres in den Archiven der großen sächsischen Städte zu erfahren, vor allem in der Bibliothek und im Archiv der Stadt Leipzig und im Dresdner Hauptstaatsarchiv, das auch einen Zinnkaufvertrag zwischen Altenberger Gewerken und Leipziger Zinnhändlern bewahrt. Altenberg selbst hat sich zum Gedächtnis ältester Bergbauvergangenheit das Wappen Georgs des Bärtigen, der 1525 zur Erweiterung der Kirche Bauholz und Zuschuß gab, über dem Tor der neuen Kirche erhalten und in ihrem Schiff das Grabmal jenes Christoph Finke, der um 1600 Bergmeister dort war und in schwieriger Zeit, da man sich u. a. um die Lage der neuen Radstube elf Jahre lang stritt und die Sicherheit des Werkes sehr gefährdet war, vorbildlich sein Amt verwaltete. Eines anderen Bergmeisters Werk behütet wenigstens in einer später angefertigten Kopie das Zwitterstockarchiv, dessen Akten auch ergiebige Fundgruben für den Bergbau hier oben geben. Es ist eine Nachbildung jenes Risses, Abb. 1, den der Markscheider Balthasar Rößler fertigte, als er 1663 nach Altenberg berufen wurde und nun all sein Wissen von den bergmännischen Dingen in seinem „Speculum Metallurgiae politissimum", dem „Hellpolierten Bergbauspiegel", niederlegte. Mehrere Bibliotheken besitzen noch einzelne Stücke dieses 1700 erschienenen Werkes als besonderen Schatz. So manches bekannte Bergmannsgeschlecht der Stadt — die soviel Wert auf ihren Nachwuchs legte, daß sie 1861 sogar eine besondere Schule zur Ausbildung ihrer Steiger einrichtete — findet sich draußen in den Steinen des Kirchhofs eingegraben.

Berggeschichte umschließen die einzelnen typischen Häuser der Häuer und Steiger, das „Alte Amtshaus", das aus einem ernsten öffentlichen und in der Geschichte der Stadt vielfach hervorgehobenen Haus zur Gaststatte wurde, und, als wichtigstes von ihnen allen, das Faktoreigebäude der Zwitterstocksgewerkschaft. Alte, von den Zeiten vergessene Bergherrenherrlichkeit scheint hier noch zu nisten in den tiefgegründeten Hallen der beiden Doppelflügel, die einmal, 1809, auch Napoleon beherbergten.

Digitized by Google

Es ist die kühle Luft der Arbeit unter Tage in diesem Haus, auch jetzt noch, da diese Arbeit stille liegt.

Plakate weisen nach den Büros, wo man die Einlaßkarten bekommt „ins 500 jährige Bergwerk". Das Bergwerk ist nahe, Bergschätze liegen hier, hinterm schützenden Glas im Arbeitzimmer des Direktors, das wie ein Museum ist mit den ganz seltenen Stücken Erz

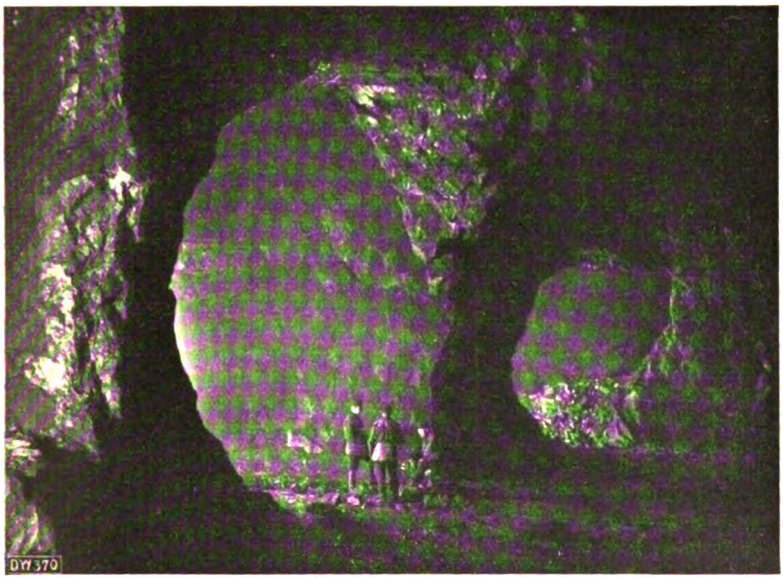


Abb. 5. Weitungen auf der Heinrichsohle

und Stein dieser Berge: kristallisiertes Zinn, gediegenes Wismut, Wolframit, mit Ehrfurcht zu betrachten. Das Prunkstück der Zwitterstocksgewerkschaft wird für Augenblicke aus der Tiefe gehoben; der dreifüßige Pokal. Man hat die Wände dieses wahrhaftigen Kleinods — es hatte jede Gewerkschaft so ihren besonderen Schatz - - vergoldet, außen und innen, und mit Zinnblechen belegt, die handgetriebenes Blattwerk tragen. Wie eine Blume liegt eine Gruppe Zinngraupen als Deckelknauf obenauf. Zuinnerst aber verschließt es eine besondere Künstlichkeit: eine „Fahrt" — winzige elfsprossige Leiter, auf der ein auffahrender Bergmann zu schauen ist. Am Lippenrand liest man das Alter „Altenberg Zwitterstock 1715". Es waren die

Digitized by Google

Zeiten, da man das Ausbringen des Zwitterstocks als zufriedenstellend bezeichnete. . . . Auch der Stich der alten Radstube ist hier, die man 1686 einbaute, aber erst elf Jahre später durch Einhängen des Rades der Benützung übergab.

Hinter dem „Museum", überm Gange drüben ist die „Schatzkammer": blinkend liegen hier, handelsfertig, mit dem eingeschlagenen Stempel der Grube, der das Erzeugnis kenntlich macht, die Blöcke, — das blitzende Altenberger Zinn, das als das beste der Welt gepriesen wurde und vor dem Krieg in alle europäischen Länder und Städte ging; vor allem Wien war Großabnehmer. Zinnstangen liegen hier in Bündeln, sie singen, knistern leise, wenn dies weiche, allzu weiche Metall gebogen wird. Auch das „Zinngeräusch" stellt einen Maßstab für die Güte dar. Etwas Phantastisches ist mit dabei: die „Zinnfeder", „Zinnfahne" auch aus alten Zeiten her geheißen und in allen Regenbogenfarben schillernd. Ein wenig erkalteter Werkstoff des Flüssigen, das man, wenn man das Zinn in die Blockformen goß, aus einem Löffel auslaufen ließ. Auch dieser Feder wurde der Grubenstempel eingeschlagen, es war die gestempelte Probe, nach der man das Zinn und seinen Wert dann beurteilte. Heute ist die hübsche Rarität Sammelobjekt geworden, das man auf Bestellung fertigt.

Wie eine kleine schlafende Stadt vor der Stadt liegt das Bergwerk mit versinkenden Zäunen, verwaschenen altmodischen Inschriften über den Türen. Die Uhr ist stehen geblieben im kleinen Turm, wann wird ihr Zeiger sich wieder regen?

Der Roemer-Treibeschacht, Abb. 2, der 1837 geteuft und von dem aus zuletzt der gesamte Abbau betrieben wurde, nimmt uns in seine dunklen Gänge ein. Das nasse Fördergestell fährt uns von der Hängebank in die Tiefe. Mit der Wasserkraft des Galgenteiches treiben wir. Feuchtes Gestein, dunkel gähnende Stollen; Kugelstolln- und Heinrichsohle, sagt der Treibemeister im Vorübergleiten. Wo die Sohle des Erbstolln zu suchen ist, summt es wie Millionen Bienen: stürzendes Wasser, das zur Erzeugung des Betriebstromes dient. Stille. Das Fördergestell sitzt auf, 192 m unter dem Land, auf dem wohl eben die Tritte wandernder Menschen gehen. Hohe feuchte Wölbung ist hier, Gänge zweigen aus ihr hervor, labyrinthartig und verwirrend. Doch der Bergmann braucht keinen Ariadnefaden, Fahrten führen neben dem Gestell hinan, versagt es, so helfen sie. Fast eine Stunde aber müßte man sich die Strecke hinanmühen, die man in wenig Minuten durchglitt!

Die tiefste Tiefe ist erst 41 m weiter unten. Dort steht der Schacht unter Wasser. Aber auch in diesem gänzlich verlorenen und verlassenen Gang ist die Hand des Menschen noch mächtig. Eine Pumpanlage hebt das Wasser, wenn es eine bestimmte Höhe erreicht hat, so daß es durch seine eigene Kraft in den Tiefen Erbstolln abfließen

Digitized by Google

kann. Dieses Allertiefste hat die Pinge nicht mehr erreicht, auch Zwitter findet sich hier unten nicht mehr.

Die Grubenschienen zeigen mattglänzend den Weg, die Schienen, auf denen die Hunde das Gestein nach dem Füllort fahren: vom „Ort" zum Fördergestell. In langen Reihen sieht man sie dunkel stehen, die zuverlässigen Gehilfen des Bergmanns. Schubortbetrieb war in Altenberg, beim Abbau stürzte die brüchige Masse von selbst nach. Man könnte sich im Bergwerk der Vergangenheit wähnen, läge da nicht der Preßluftbohrer, arbeitgewohnt und nun auch zum Feiern verurteilt.

Trümmerwerk ist der Bruchort, mit Holz ringsum gestützt, von der Last des Berges oft schief gedrückt. Sehr Kundige sind diese Bergleute, sie helfen dem Schub geschickt nach, zerschießen das feste Gestein so, daß der Bruch noch lange Zeit nachstürzen kann.

Die alten Brennörter, in denen man das „Feuer setzte", liegen neben dem frischen Bruch. Die Flammen haben oft gute Arbeit geleistet, glatte Wände hinterlassen in hohen Wölbungen.

Ein Dom scheint hier unten zu sein, mit mächtigen Gewölben; weite Halle eines Zauberbergs. Riesenhaft steht die Radstube im Tiefen Stolln, Abb. 3 und 4, seit Jahrzehnten außer Betrieb, seit Jahren verfallen und dem Abbau geweiht. Noch ragen plump die Pfeiler des abgebrochenen Rades, das einst Wasser, von der Decke hergeleitet, in ungeheuren Schwung versetzte. (Die kleine elektrische Anlage hat dem großen Werk die Arbeit abgenommen.) Dann wird der Zauber vollkommen, wenn Metallisches die Wände färbt. Der Tiefe Stolln, in 1874 m Länge in den Berg gestreckt, trägt so den schwarzen, roten, grünlich blauen Niederschlag am Felsen, den die Mangan-, die Eisen- und Kupferverbindungen hinterließen. Eine Grotte liegt hier unten, die ist, erhellt, wie ein Wunder: die Heinrichsohle, deren Weitungen zumeist von ganz schwachen Pfeilern gestützt werden, Abb. 5. Auf Leitern muß man sie erreichen, vom Peptöpfer Schacht aus: selten betretenes Land, Grubenraum hinter Grubenraum. Wirklich wie Schiffe einer Kirche ist das nun; Gebiet, das selbst der Bergmann noch nicht gänzlich ergründete.

Welten liegen zwischen diesen Räumen und der Steigerstube droben am Licht, in der die Ausfahrt endigt.

Die Aufbereitung über Tage

Nur halbe Arbeit, schwerste freilich, ist bis jetzt getan.

Das Seifenzinn, klar und ganz hell, konnte verwendet werden, wie es war, oder wurde nach einigem Schlämmen durch Kohle reduziert. Bergzinn, unrein und oft sehr arm — bis zu 0,25 vH herab ist das Gestein zinnhaltig, das Altenberger hat 0,3 vH — muß mühsam aufbereitet, gereinigt und auf mindestens 60 vH gebracht werden.

Digitized by Google

Aber jetzt ruhen die 120 Stempel des großen Pochwerks, das den gebrochenen Zwitter im Wasser zu Schlamm zu klopfen hatte. Weit hinein ins Tal nach Geising zu strecken sich diese Anlagen, weit hinein ist der Boden verfärbt, und die Müglitz führt das vom Eisenoxydul des Zwitters gerötete Wasser tief ins Land. Als „rotes" Wasser hat man sie deshalb, ein wenig kritisch, schon auf den ältesten Karten eingezeichnet. Nur, und dies darf nicht übersehen werden, Land und Landschaft haben eben doch auch Vorteil vom Wasser des Bergbaus; dem Müglitztal fließt zu, was sonst in anderen Tälern versickern würde.

Das Pochwerk ruht. Es gibt nichts aufzubereiten in den flachen Spitzkästen, in denen sich das Zerschlagene nach der Größe des Korns zu sondern hatte, in den Schnellstoßherden, die die weitere Verarbeitung übernahmen. Es ist ein langer Weg für das unberührte Metallgut der Tiefe, über den Langstoßherd, wo die Anreicherung erfolgt, bis zum Raffinierkessel, wo man ihm noch das Eisen entzieht und es nun endlich gußfertig macht. Der versandfertige Block entsteht.

Die alten Zinngießer hatten da noch eine besondere Unterscheidung. Das „Neue und vollkommene Berg-Buch" von 1710 spricht vom gegatterten Zinn. Man gatterte das Zinn nach dem Schmelzen, d. h. man goß es auf ein erwärmtes Kupferblech, der Länge und der Quere, rollte dann alles zum „Barren" zusammen und hatte so keine besondere Form mehr nötig. Zinn, das nur der Länge nach gegossen wurde, war das „Zinnband".

Gestempelte Arbeit

Der Zinngießer der Städte übernimmt durch den Verlag oder unmittelbar den verarbeitungsfertigen Rohstoff vom Werk. Er trägt die Marke, den Grubenstempel aufgeprägt. Die Zinnfeder von Johanngeorgenstadt von 1663, ein besonders originelles Stück der Demianischen Zinnsammlung im Dresdner Kunstgewerbemuseum, hat fünf solcher Marken. Fünf Städte und Zechen haben hier Güte und Eigenart ihres Zinns urkundlich festgelegt. Am schönsten ist das „Zinnzeichen St. Marienberg" von 1616: eine Maria mit ihrem Kind schwebt auf der Mondsichel über Schlägel und Eisen. Kleine Kunstwerke sind diese Darstellungen, die oft das Wappen der Stadt, oft auch Szenen aus dem Bergwerk, z. B. den Häuer vor Ort, zeigen.

Aber es kam sehr bald dazu, daß auch der Zinngießer die Marke, den Stempel für seine Arbeit brauchte. Es wurde Gesetz für ihn, von den Innungen in weitschweifigen Verordnungen festgelegt: der eigenen Arbeit auch die eigene Unterschrift zu geben.

Heute sind solche Marken, die man aus den Zinngeräten herausschnitt, ehe sie eingeschmolzen wurden, ein besonderer Schatz der Museen.

Digitized by Google

Die ersten Marken haben wir aus dem Ende der gotischen Periode. Der mächtige Aufschwung der Zinnerzeugung, der Zinnverarbeitung fällt ja in diese Zeit. Der erzgebirgische Bergbau, lang schon erschlossen, wurde im großen nutzbar gemacht. Die Wiederentdeckung der Zinnlager in Ostindien und auf Banka beeinflußte den Handel der Welt.

Gewerbe verdrängte auch hier das Gewerbe. Man hat in früheren Zeiten einen großen Teil des Hausgeräts aus diesem Stoff bestritten. Vom Altenberger Bruch am 16. März 1619 meldet der Chronist, daß die zinnernen Schüsseln und Teller auf den Gesimsen der Bergwerksküchen „zusammen gelauffen" seien. Die Zeit, die das Porzellan erfand, eine technische Neuerung der andern folgen ließ, machte aus dem praktisch nutzbaren Gegenstand des Hauses das Schmuckstück, die Rarität der Museen.

So schwinden die zinnernen Schätze der Welt, sind längst aus dem Gebrauch der Allgemeinheit ausgeschaltet. Unzulänglichkeit des Werkstoffs kam hinzu: das allzu weiche Zinn wurde leicht beschunden, unansehnlich, mußte dem Zinngießer zum Einschmelzen zurückgegeben werden.

Immerhin — jahrhundertelang war es, auch in Sachsen, das Material, in künstlerischer, kunstgewerblicher Beziehung. Die Kirchen, die Innungen waren Großabnehmer dieser Werke, die aus berühmten sächsischen Werkstätten kamen und weit ins Ausland verschickt wurden. Kurt Melzer, der sich vielfach mit Forschungen über das altsächsische Zinnhandwerk beschäftigt hat, stellt die Behauptung auf, daß von dem gesamten deutschen Zinngerät das sächsische die reichste Formensprache rede, da Sachsen als Siedlungsgebiet zahlreicher deutscher Stämme auch deren Besonderheiten in der Materialverarbeitung mit übernommen habe.

Sterbendes Gewerbe — sterbende Kunst, in wenig Jahren vielleicht lediglich geschichtlich zu werten. Daß dieses Schicksal dem Altenberger Werk erspart werden möge, ist der Wunsch aller, die in diesem Betrieb mehr als bloße Denkwürdigkeit sehen.

Digitized by Google

Literaturverzeichnis

Akten des Hauptstaatsarchivs zu Dresden
(Zwitterstocksakten und Akten der Bergstadt Altenberg)

Meißner: Umständliche Nachricht von Altenberg, Dresden und Leipzig. 1722

Sturmhoefel: Illustrierte Geschichte der Meißnischen und Thüringischen Lande. Leipzig

Trautmann: Die Entstehung der Bergstadt Altenberg — Die Altenberger Binge. Neues Archiv für sächsische Geschichte, Dresden 1926 und 1928

Schmidt O. E.: Kursächsische Streifzüge, Dresden 1922

Sieber: Das Erzgebirge, Dresden 1929

Zemmrich u. Gäbert: Das Erzgebirge, Meißen 1911

v. Süßmilch: Das Erzgebirge in Vorzeit, Vergangenheit und Gegenwart, Dresden 1894

Kroker: Leipzig und die sächsischen Bergwerke. Schriften d. Vereins f. d. Geschichte Leipzigs. Leipzig 1909

Berling: Stadtmarken sächsischer Zinngießer. 1913

Berling: Altes Zinn. Berlin 1919

Nestler: Landschaftliches aus dem Zschopautal. Dresden 1901

Wagner: Wanderbuch für das östliche Erzgebirge. Dresden 1923

Aus der guten alten Zeit, lokalgeschichtliche Vorträge, Altenberg

Lehmann: Historischer Schauplatz der natürlichen Merkwürdigkeiten in dem Meißnischen Obererzgebirge. Leipzig 1699.

Doring: Sächsische Bergreyhen. Freiberg 1840

Schäfer: Wissenschaftlicher Führer durch Dresden. Dresden 1907

Melzer: Altes erzgebirgisches Weihnachtszinn. Die neue Heimat. Dresden 1920

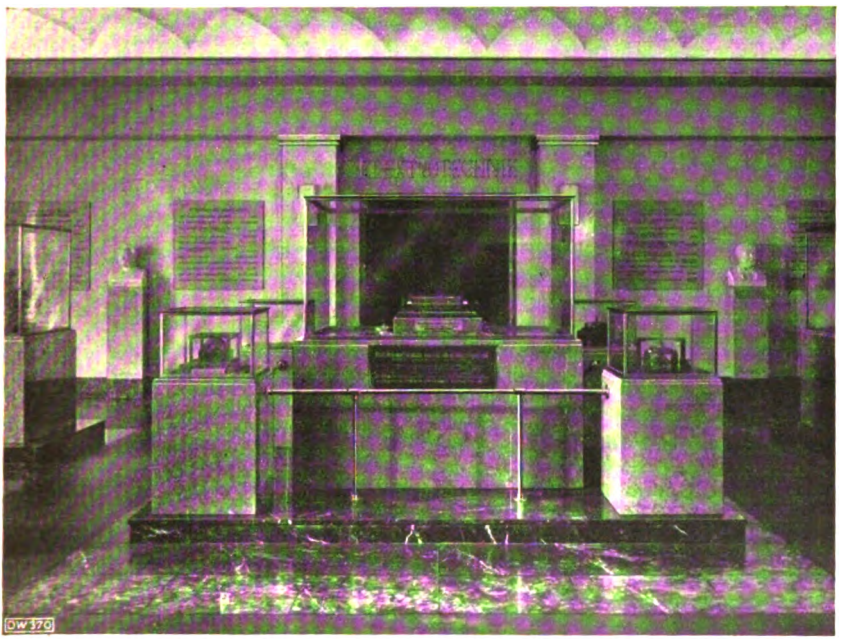
Melzer: Altsächsisches Zinngerät. Sächsische Heimat, 1922

Schumann: Vom Altenberger Zinnbergbau. Mitt. d. Landesvereins Sächsischer Heimatschutz. Dresden 1930. Bd. 19 (1930) S. 257.

Die Abbildungen wurden vom Landesverein Sächsischer Heimatschutz, Dresden, freundlichst zur Verfügung gestellt.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum



Der Ehrenraum der Elektrotechnik

An den Anfang der Gruppe „Elektrotechnik" ist der von dem Münchener Architekten Professor Jäger entworfene und vom Zentralverband der Deutschen elektrotechnischen Industrie, Berlin, gestiftete „Ehrenraum der Elektrotechnik" gestellt.

In der weihevollen Stille dieses Erinnerungsraumes kann sich der Besucher in die Werke der großen Erfinder der Elektrotechnik aller Kulturnationen versenken und lernt auch die größten unter ihnen im Bilde kennen.

Mit Ehrfurcht betrachten wir die in der Mitte des Saales auf hohem Marmorsockel aufgestellte erste Dynamomaschine von Werner Siemens (1866), über deren Bedeutung uns die daruntergesetzte Inschrift Aufschluß gibt: „Durch die Erfindung des Dynamoprinzipes wurde die elektrische Maschine zu der größten Leistungsfähigkeit gebracht und als „Dynamomaschine" bezeichnet. Werner von Siemens hat über die Bedeutung seiner

Digitized by Google

Erfindung nachstehenden Satz selbst ausgesprochen: „Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist."

Um die Siemens-Dynamo herum stehen auf kleineren Marmorpfeilern der Ringanker von Pacinotti (1860), der erste Drehstrommotor mit Kurzschlußanker von Dolivo-Dobrowolsky (1887), der erste Transformator von Zipernowsky, Déri und Bláthy (1885).

Auf weiteren vier Marmorsockeln sehen wir die Magnetelektrische Maschine von Fr. v. Hefner-Alteneck-Berlin (1873), eine Dynamoelektrische Maschine von Gramme aus der Werkstätte Breguet-Paris (1872), die Unipolarmaschine von Werner von Siemens und Kirchhoff (1881) und den ersten Mehrphasen-Wechselstromerzeuger von Fr. Haselwander (1887).

Im östlichen Seitenraum steht die große Alliance-Maschine von Nollet und Malderen (1859), im westlichen Seitenraum eine große Gramme-Maschine (1874) aus den Kupferscheidewerken Hamburg.

Von den vorgesehenen Bildnissen haben die Büsten von Edison und Siemens bereits Aufstellung gefunden mit nachstehenden Inschriften:

Werner von Siemens

der verdiente Gelehrte und Ingenieur, dessen Arbeiten die Grundlagen der Elektrotechnik schufen.

(Gestiftet vom Verband Deutscher Elektrotechniker-Berlin)

Thomas Alva Edison

der große Erfinder, dem die Welt bahnbrechende Fortschritte auf den verschiedensten Gebieten der Wissenschaft und Technik verdankt.

(Gestiftet vom American Institute of Electrical Engineers und den Edison Pioneers, New York)

Als persönliche Erinnerungen, zugleich als wertvolle Dokumente zur Geschichte der Elektrotechnik, liegen in vier pultförmigen Glaskästen Handschriften und technische Handzeichnungen von Werner Siemens, Edison, Pacinotti, Schuckert, O. Fröhlich u. a. auf.

Die wichtigsten Ereignisse aus der Geschichte der Elektrotechnik werden schließlich auf acht Tafeln festgehalten, die nachstehende Inschrift tragen:

1. Theoretische Grundlagen der Elektrotechnik

1800	*Entdeckung der galvanischen Elektrizität*	*Volta*
1820	*Entdeckung des Elektromagnetismus*	*Oersted*
1820	*Entdeckung der Gesetze des Elektromagnetismus und der Elektrodynamik*	*Ampère*
1826	*Erforschung des Zusammenhanges zwischen Strom, Spannung und Widerstand*	*Ohm*
1831	*Entdeckung der elektromagnetischen Induktion*	*Faraday*
1840	*Grundlagen für die absoluten elektrischen Maße*	*Weber*
1841	*Ermittlung des Gesetzes für die Stromwärme*	*Joule*
1843	*Elektrische Meßbrücke*	*Wheatstone*
1845	*Gesetze über die Verteilung elektrischer Ströme in den Leitungsverzweigungen*	*Kirchhoff*
1885	*Entdeckung des magnetischen Drehfeldes*	*Ferraris-Tesla*

Digitized by Google

2. Elektrische Maschinen

1832	Magnetelektrische Maschine	Pixii
1855	Erfindung des Doppel-T-Ankers	W. Siemens
1860	Größte magnetelektrische Maschine (Alliance-Maschine)	Nollet
1860	Erfindung des Ringankers	Pacinotti
1866	Dynamoelektrisches Prinzip	W. Siemens
1869	Dynamomaschine mit vielteiligem Kommutator	Gramme
1872	Trommelanker	v. Hefner-Alteneck
1875	Flachringanker für Dynamomaschinen	Schuckert
1878	Erste technische Wechselstrommaschine	Gramme
1887	Erste Dreiphasenmaschine	Haselwander
1891	Erster Drehstrommotor mit Käfiganker	Dobrowolski

3. Akkumulatoren, Transformatoren, Gleichrichter

1802	Ladesäule zur Aufspeicherung elektrischer Energie	Ritter
1859	Erster brauchbarer Bleiakkumulator	Planté
1881	Herstellung der Bleiplatten mit Bleioxyd bzw. Bleischwamm	Faure
1882	Erste Wechselstrom-Beleuchtungsanlage mit Sekundär-Generatoren (Transformatoren) in Reihenschaltung	Gaulard und Gibbs
1885	Transformatoren mit geschlossenem Eisenkreis in Parallelschaltung	Déri, Bláthy und Zipernowsky
1890	Erster Drehstrom-Transformator	Dobrowolski
1901	Akkumulator mit Nickeloxyd und Eisen in Kalilauge	Edison
1902	Erster Quecksilberdampf-Gleichrichter	Cooper Hewitt

4. Elektrische Lampen

1821	Entdeckung des Bogenlichtes	Davy
1854	Erfindung der Glühlampe mit verkohlter Bambusfaser in luftleerer Glasbirne	Göbel
1876	Bogenlampe ohne Regelwerk	Jablochkoff
1876	Konstruktion der elektrischen Glühlampen für höhere Spannungen	Edison
1879	Einführung der Kohlefaden-Glühlampe	Edison
1882	Erste Straßenbeleuchtung in Deutschland, Berlin, Leipziger Straße	
1883	Schaffung einer Lichteinheit (Hefnerkerze)	v. Hefner-Alteneck
1898	Einführung der Metallfadenlampe	Auer v. Welsbach
1900	Leuchtröhren, Moore-Licht	Moore

Digitized by Google

5. Elektrizitätswerke

1882	Erste größere Glühlampen-Zentrale von Edison in New York Pearl Street	
1885	Erstes Berliner Elektrizitätswerk Markgrafenstraße	
1886	Erste größere Wechselstromzentrale in Rom	
1888	Elektrizitätswerk Barmen, Zentrale mit Akkumulatorenbetrieb	
1890	Zentrale in Deptford (London), größte Zentrale der Welt	
1891	Erste größere Wechselstromanlage Deutschlands in Köln	
1892	Erste Drehstromzentrale Lauffen-Heilbronn	
1898	Kraftwerk Rheinfelden, eines der ersten Großstromwerke für Kraftübertragung	
1898	Elektrizitätswerk Bonn, das erste Werk in Deutschland mit 2 × 220 V Gleichstrom	
1900	Elektrizitätswerk Elberfeld, erstes Werk mit Dampfturbinen-Antrieb	

6. Kabel und Leitungen

1880	Erstes unterirdisches Stromkabel in Deutschland	Siemens
1882	Erste unterirdische Leitung für Licht, gußeiserne Rohre	Edison
1883	Erfindung des Mehrleitersystems	Edison
1888	Erstes größeres Kabelnetz für Gleichstrom in Barmen	
1891	Erste Ölisolatoren für 15 000 V Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt a. M.	
1894	Speisekabel für die Beleuchtungsanlage des Nord-Ostseekanals, 7500 V Spannung	
1896	Kabel Wangeroog – Roter Sand, 12 km lang, 2100 V	
1902	Erstes Erdkabel für 50 000 V für die Industrie-Ausstellung Düsseldorf	
1906	Erste Hängeisolatoren	Hewlett
1912	Erste 110 000 V-Leitung in Deutschland, Gröditz – Lauchhammer	

7. Elektrochemie

1838	Erfindung der Galvanoplastik	Jacobi
1870	Erfindung der elektrolytischen Gold- und Silberscheidung	Siemens
1865	Erste praktische Verwendung der Elektrolyse zur Herstellung von Kupfer in Swansea	Elkington
1878/79	Erster brauchbarer Elektrostahlofen	Siemens
1887/88	Erste praktische Aluminiumdarstellung im Elektroofen	Héroult
1892	Beginn der technischen Erzeugung von Calcium Carbid i. elektrischen Flammenbogen	Moissan

Digitized by Google

8. *Ausstellungen und Kongresse, Elektrische Bahnen, Elektrische Kraftübertragung*

1879	*Ausstellung für Gewerbe in Berlin*	
	Erste elektrische Lokomotive	*Siemens*
1881	*Internationaler Kongreß der Elektriker in Paris*	
1881	*Erste elektrische Straßenbahn, Groß-Lichterfelde*	*Siemens*
1882	*Internationale elektrische Ausstellung München*	
	Elektrischer Kraftübertragungsversuch im kgl. Glaspalast von Miesbach nach München	
1883	*Internationale elektrische Ausstellung zu Wien*	
1887	*Elektrische Kraftübertragung Kriegstetten—Solothurn*	
1891	*Internationale elektrische Ausstellung Frankfurt a. M.*	
	Erste Drehstrom-Kraftübertragung Lauffen a. N.—Frankfurt a. M.	

Digitized by Google

Vortrag der Jahresversammlung 1931

Der von Dr. Oswald Spengler anläßlich der Jahresversammlung des Deutschen Museums am 6. Mai 1931 gehaltene Vortrag ist soeben in erweiterter Fassung in der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung in München als Buch erschienen. Das Buch hat den Titel

„Der Mensch und die Technik"
Beitrag zu einer Philosophie des Lebens.

Der Preis hierfür ist geheftet RM 2. –, in Leinen gebunden RM 3.20.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Ein prächtiger Führer
durch die Schätze des Deutschen Museums

Zweite, neubearbeitete und ergänzte Auflage!

Im Auftrage des **Vereines deutscher** Ingenieure unter **Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik** und Naturwissenschaften **bearbeitet von** CONRAD MATSCHOSS

Die Neuauflage des von der Presse glänzend beurteilten Werkes bietet in zahlreichen Aufsätzen eine umfassende Übersicht über die Sammlungen des Deutschen Museums in München und ist dadurch gleichzeitig ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk über die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften. Viele gute Abbildungen erleichtern das Verständnis der einzelnen Beiträge und machen ihre Lektüre genußreich. Allen an der technischen Entwicklung Interessierten wird dieses Buch wieder ein willkommener Führer sein, nachdem durch Neubearbeitung dem jetzigen Stand der Sammlungen des Museums Rechnung getragen worden ist.

Format DIN A 4, VI/386 Seiten mit 330 Abbildungen und 59 Bildnissen auf Kunstdruckpapier. 1929. Ganzleinenband mit Goldprägung RM 20.— (VDI-Mitglieder RM 18.—).

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN
R. OLDENBOURG / MÜNCHEN

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,50 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.

Weiter sind vorgesehen:

Heft 5: Schimank und Hassler, Zeittafeln zur Technikgeschichte.
Heft 6: Strieder, Deutsche Montanindustrie im Zeitalter der Fugger.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.— (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

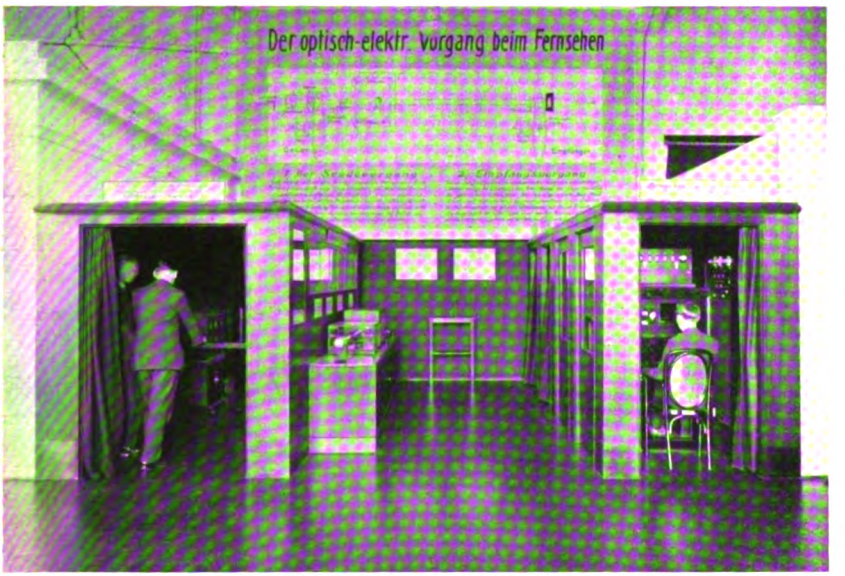
Für Mitglieder des Deutschen Museums ist die Lieferung der einzelnen Hefte in den Mitgliedbeitrag eingeschlossen.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW7

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE



Die Entwicklung des Fernsehens

von F. Fuchs

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7 · 1931

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung. Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
F. Bibliothek	wegen Ausbau z. Zt. geschl.
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis: 50 Pfennig, für Jugendliche 25 Pfennig

Führungen an allen Werktagen

Buchhandlung, Lesesaal und Restaurationsräume im Museum

Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephonnummer 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite stellt die Fernsehanlage „Telefunken-Karolus" im Deutschen Museum dar.

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 5

DIE ENTWICKLUNG DES FERNSEHENS

VON

F. FUCHS

1 9 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Entwicklung des Fernsehens

Ein neues Wunder hat der Erfindergeist des Menschen vollbracht; was man noch vor wenigen Jahren für undurchführbar hielt, sich auf jede Ferne und durch jedes Hindernis hindurch gegenseitig sehen zu können, ist in unsern Tagen durch das elektrische Fernsehen verwirklicht worden.

Auch diese neueste Errungenschaft der physikalischen Technik ist das Ergebnis jahrzehntelanger Laboratoriumsarbeit. Wir werden daher den heutigen Stand der Fernsehtechnik am besten verstehen, wenn wir in Gedanken den Entwicklungsgang dieser Erfindung kurz nachschreiten.

Erste künstliche Nachahmung des Sehvorganges, Vielzellenmethode

Das Vorbild für das elektrische Fernsehen war für die ersten Erfinder das natürliche Sehen. Dieses erfolgt bekanntlich so, daß der optische Apparat des Auges, dessen wirksamster Bestandteil die Augenlinse ist, auf die Netzhaut ein verkleinertes Bild der gesehenen Außenwelt entwirft, vgl. Abb. 1. Die Netzhaut ist mit einem feinen Raster winziger Nervenelemente bedeckt, den helligkeitsempfindlichen Sehstäbchen und den farbempfindlichen Sehzäpfchen. Infolge der geringen Durchmesser der einzelnen Stäbchen — etwa $^3/_{10\,000}$ mm — können auch die feinsten Schattierungen eines Bildes punktweise aufgenommen werden.

Die einzelnen Stäbchen enthalten eine lichtempfindliche Substanz, den Sehpurpur, der sich unter dem Einfluß des Lichtes chemisch verändert und diese Wirkung wie einen elektrischen Strom über einen Nervenfaden zu einer Gehirnzelle der sog. Sehsphäre leitet, wo dann der Helligkeits- oder Farbenreiz des getroffenen Nervenelementes zum Bewußtsein gelangt.

Damit nun das Auge auch Bewegungsvorgänge, also rasch wechselnde Bilder wahrnehmen kann, hat der Sehpurpur die Eigenschaft, daß die durch das Licht hervorgerufene chemische Veränderung nach Aufhören des Reizes rasch wieder verschwindet und der so regenerierte Sehpurpur für neue Reize empfänglich wird. Bei mittlerer Beleuchtung beträgt diese Regenerationszeit etwa $^1/_{10}$ s. Das Auge ist also befähigt, in der Sekunde etwa zehn verschiedene Bilder aufzunehmen, dagegen erscheinen Lichteindrücke, die innerhalb

Digitized by Google

1/10 s nacheinander das Auge treffen, infolge der Trägheit der Lichtreaktion als gleichzeitig.

Bei einer Nachahmung des Sehvorganges kann man daher durch das Licht hervorgerufene Veränderungen chemischer Substanzen wie sie z. B. zur Fixierung eines Bildes auf der photographischen Platte verwendet werden, nicht gebrauchen, da diese nicht rückgängig gemacht werden können.

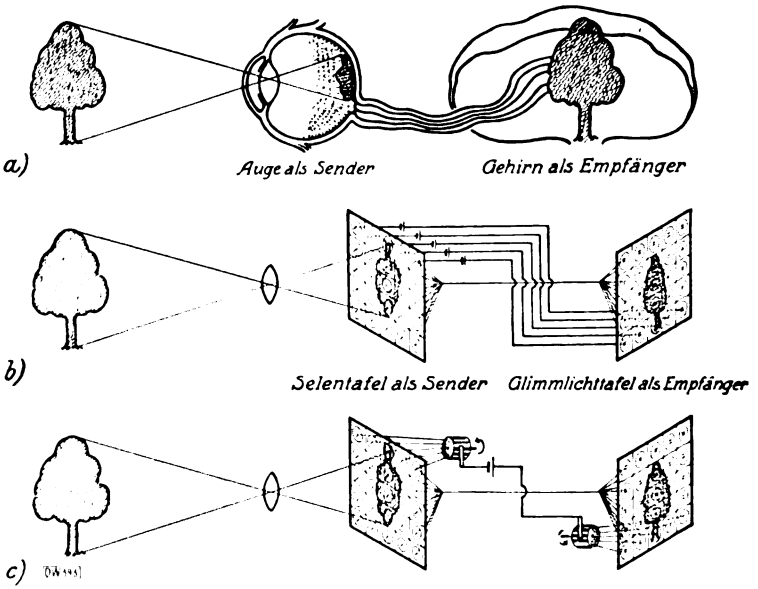


Abb. 1. Der Sehvorgang und seine Nachahmung
a) Das natürliche Sehen
b) Übertragung nach dem Vieldrahtsystem
c) Übertragung nach dem Eindrahtsystem

Wir müssen vielmehr nach physikalischen Veränderungen suchen, die nach Aufhören der Lichteinwirkung von selbst wieder zurückgehen.

Die erste Möglichkeit, dies zu erreichen, bot die im Jahre 1873 entdeckte Widerstandabnahme des Selens bei Belichtung, die Werner von Siemens 1875 zur Konstruktion einer Selenzelle führte.

Zwischen zwei in Spiralen gelegte Drähte brachte er eine dünne Selenschicht, um so eine möglichst große wirksame Fläche zu erzielen, Abb. 2. Schließt man an die Zelle, die im Dunkeln einen Widerstand von z. B. 60 000 Ω (Ohm) besitzt, eine Spannung von 20 V an, so

Digitized by Google

vermag der durchgehende äußerst schwache Strom von $^1/_3$ mA (Milliampere) das Relais vor der Glühlampe nicht zu betätigen; belichtet man die Selenzelle mit einer sechzehnkerzigen Glühlampe aus 1 m Entfernung, so nimmt ihr Widerstand auf $^1/_{10}$ ab; der durchgehende Strom von 3 mA löst das Relais aus und bringt die Glühlampe zum Leuchten. Blendet man das Licht durch einen zwischengeschalteten Schirm ab, so nimmt die Selenzelle nach kurzer Zeit wieder ihren großen Dunkelwiderstand ein, der Relaisanker fällt ab, die Lampe erlischt.

Man erklärt sich dieses merkwürdige Verhalten des Selens damit, daß das Licht im Selen Elektronen frei macht, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen.

Schon im selben Jahre, in dem Siemens die erste Selenzelle konstruierte, sind auch die ersten Entwürfe für ein elektrisches

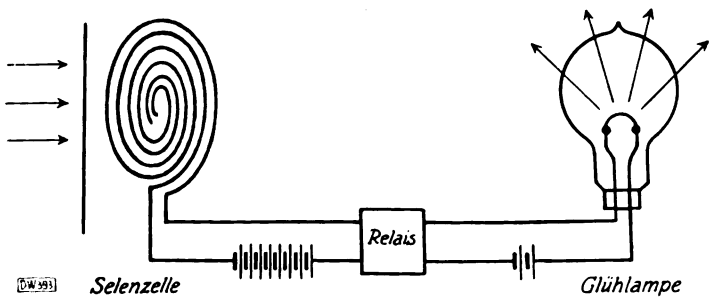


Abb. 2. Selenzelle

Fernsehen aufgetaucht. Wir wollen hier diese Vorschläge nicht im einzelnen beschreiben, sondern uns mit einem grundsätzlichen Schema, Abb. 1 b und 1 c, begnügen.

Durch ein der Augenlinse entsprechendes photographisches Objektiv wird ein verkleinertes Bild des zu übertragenden Gegenstandes auf eine Fläche geworfen, die die Funktion der Netzhaut ausüben, d. h. die Lichtwerte in entsprechende Stromwerte umwandeln soll. Hierzu ist die Fläche mit einer großen Anzahl Selenzellen besetzt. Es ist klar, daß das Bild um so mehr Einzelteile wiedergibt, je mehr Selenzellen man auf die Tafel bringt. Das hohe Auflösungsvermögen des Auges, das auf der Netzhaut 50 000 Stäbchen und Zäpfchen besitzt, kann natürlich nicht annähernd erreicht werden. Auch die feinen Raster, die man in der Photographie und Bildtelegraphie verwendet, wobei 25 Punkte auf den Quadratmillimeter fallen, kommen für das Fernsehen nicht in Betracht. Wir müssen uns vorläufig begnügen mit der Feinheit von Zeitungsporträts, wobei ein bis vier Rasterpunkte

Digitized by Google

auf den Quadratmillimeter treffen. So haben bereits die ersten Fernscherfinder Selentafeln mit 2500 Zellen vorgeschlagen, die zur Wiedererkennung von Porträts ausreichen.

Die durch die Belichtung der einzelnen Zellen des Fernsehsenders entstehenden Stromstöße werden durch eine Anzahl Leitungen entsprechend den Nervenfäden beim Auge zu einer mit Glimmlämpchen besetzten zweiten Fläche, dem sog. Empfänger, geleitet. Hier findet Punkt für Punkt die Umwandlung der durch die belichteten Selenzellen ausgelösten Stromwerte in Helligkeitswerte statt. Es müßte also auf der Empfängertafel momentan ein Abbild der vor dem Objektiv sitzenden Person entstehen. Dieses Gedankenschema, das von dem Franzosen Senlecq herrührt, erhielt bald noch eine wichtige Vereinfachung.

Da es nämlich sehr große Kosten verursachen würde, 2500 Drähte auf mehrere Kilometer zwischen Sender und Empfänger zu spannen, so verfiel man schon gleich im Anfang darauf, die in den einzelnen Zellen ausgelösten Stromstöße nicht gleichzeitig auf einem Bündel von Drähten, sondern rasch hintereinander auf einem Draht zu übertragen. Hierbei werden die einen Drahtenden der Selenzellen zusammengeschlossen und unmittelbar zum Empfänger geführt. Die anderen Enden der Drähte der Zellen werden über Schleifringe zu den voneinander isolierten Lamellen eines Kollektors geführt; die Abnahmebürste wird an die Fernleitung angeschlossen. Auf der Empfangsseite verteilt ein gleichartiger Kollektor die Stromimpulse auf die einzelnen Glimmlampen. Erfolgt das Aufleuchten der Lämpchen am Empfänger so schnell hintereinander, daß der Eindruck des ersten oberen Lämpchens auf die Netzhaut des Betrachters noch nicht verschwunden ist, wenn das letzte untere Lämpchen gerade aufleuchtet, also in etwa $^1/_{10}$ s, so erscheinen dem Auge die Eindrücke gleichzeitig, Abb. 1 c.

Damit nun die in einem bestimmten Augenblick angeschlossene Selenzelle stets mit dem entsprechend gelegenen Lämpchen verbunden ist, müssen die beiden Kollektoren genau die gleiche Umlaufgeschwindigkeit und die gleiche Phase besitzen, sie müssen also vollkommen synchron laufen. Ist dies nicht der Fall, so würde am Empfänger kein Bild, sondern ein Wirrwarr von hellen und dunklen Punkten entstehen.

Die Einzellenmethode. — Nipkow

Wir sehen weiter, daß der Kollektor bei dieser Schaltung im selben Augenblick stets nur an einer Selenzelle und der entsprechenden Glimmlampe angeschlossen ist, sämtliche übrigen Elemente in diesem Augenblick aber untätig sind. Dies bedeutet natürlich eine schlechte Nutzwirkung, man konnte dasselbe erreichen mit einer Selenzelle,

Digitized by Google

mit der man in $^1/_{10}$ s das Bild Zeile für Zeile und Punkt für Punkt abtastet und mit einer Lampe, deren Helligkeitsschwankungen man durch einen genau gleichlaufenden Mechanismus wieder zum Bilde zusammenfügt.

Abb. 3. Umwandlung schwarzer Punkte und Striche auf weißem Grund in Ströme verschiedener Dauer und gleicher Stärke

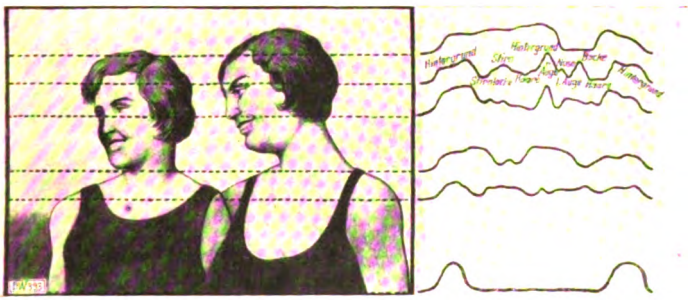


Abb. 4. Umwandlung getönter Helligkeitsstufen in Ströme verschiedener Dauer und Stärke nach *F. Kirchstein*
(Wiedergabe nach einer Darstellung im Deutschen Museum)

Wie diese Umwandlung der Helligkeitswerte eines Bildes in Stromwerte bei Abtastung durch die Selenzelle vor sich geht, zeigen Abb. 3 und 4.

Wenn wir z. B. eine Zeile eines schwarz-weißen Bildes oder einer Schrift mit der Selenzelle abtasten, Abb. 3, so entsteht jedesmal ein Stromstoß, wenn die Zeile über eine weiße Stelle kommt, während sie an den schwarzen Stellen stromlos bleibt. Folgen mehrere weiße Punkte hintereinander, so ändert sich der Bildstrom nicht von Punkt

Digitized by Google

zu Punkt, sondern nur beim Übergang von schwarz nach weiß und umgekehrt. Es entstehen also Stromstöße gleicher Stärke, aber verschiedener Dauer, ganz ähnlich den Morsezeichen der Telegraphie.

Soll ein getöntes Bild übertragen werden, Abb. 4, so entstehen bei Abtastung einer Zeile den verschiedenen Helligkeitswerten entsprechend in der Selenzelle Ströme verschiedener Stärke und Dauer, wobei sich ein wellenförmiger Stromverlauf ergibt, dessen Form sich von Zeile zu Zeile ändert. Fügen wir die einzelnen Zeilenströme aneinander, so erhalten wir das gesamte als elektrischer Strom niedergeschriebene Bild und wir sehen, daß dies große Ähnlichkeit mit den bei Mikrophonbesprechung entstehenden Sprechströmen hat.

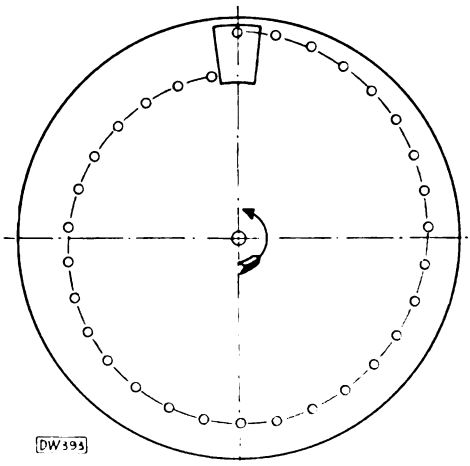


Abb. 5
Nipkowscheibe

In der Bildtelegraphie, wo zur Übertragung genügend Zeit zur Verfügung steht, kann man die Abtastung und Niederschrift des Bildes auf mechanischem Wege, z. B. durch Vorbeibewegen der Selenzelle über das auf einer umlaufenden Walze befindliche durchleuchtete Bild bewirken.

Beim Fernsehen muß die Abtastung eines Bildes in $^1/_{10}$ s oder noch rascher erfolgen und da versagen die mechanischen Bewegungen wegen der Trägheit der Massen.

Man verfiel daher bald auf die optische Abtastung, für welche im Jahre 1884 der heute 70jährige Ingenieur Paul Nipkow die erste genaue Lösung in der nach ihm benannten spiralförmig durchlochten Scheibe fand, Abb. 5. Die Öffnungen der Nipkow-Scheibe befinden sich in gleichem Abstand. Von den aufeinander folgenden Öffnungen ist, von der äußersten angefangen, jede folgende dem Mittelpunkt näher gelagert, so daß eine spiralförmige Anordnung entsteht. Im

Digitized by Google

Bereich der Öffnungen am Rande der Scheibe ist ein Fenster angebracht, während der übrige Teil der Scheibe lichtdicht abgedeckt ist. Wird das Fenster am oberen oder unteren Rande der Scheibe angebracht, so ist die Breite des Fensters gleich dem Abstand zweier Öffnungen, die etwas kleinere Höhe ist gleich dem radialen Abstand der äußeren Öffnung von der inneren.

Dreht man die Scheibe, so laufen nacheinander sämtliche Öffnungen vor dem Fenster vorbei. Zuerst kommt die dem äußeren Rand am nächsten gelegene Öffnung und tastet die oberste Zeile ab. Wenn diese am linken Rande verschwindet, erscheint am rechten Rande die nächste Öffnung und läuft durch die zweite Bildzeile, dann folgt die dritte Öffnung in der dritten Zeile usw. Bei einer Umdrehung der Scheibe wird so Punkt für Punkt das ganze Bildfenster abgetastet.

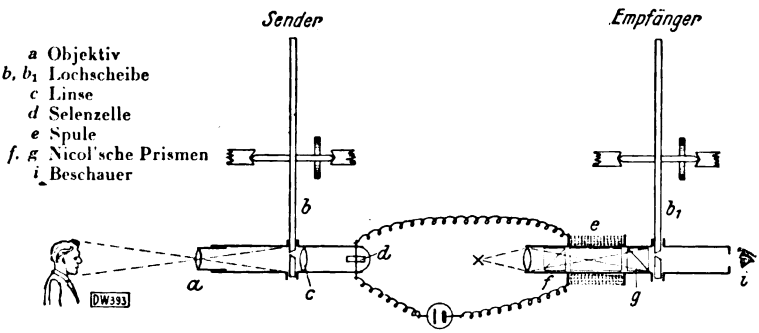


Abb. 6. Patentzeichnung des Nipkow'schen elektrischen Teleskopes, 1884

In welch genialer Weise sich Nipkow die Verwendung der Spirallochscheibe zum Fernsehen vorstellt, zeigt uns die Patentzeichnung seines elektrischen Teleskopes, Abb. 6. Durch das Objektiv *a* wird von der zu übertragenden Person ein Bild auf den Rand der Scheibe *b* geworfen. So oft die Scheibe sich einmal dreht, wird das Licht von sämtlichen Punkten des Bildes nacheinander einmal durch die Linse *c* auf die vom Strom eines Elementes durchflossene Selenzelle *d* geworfen und ruft eine der jeweiligen Helligkeit des abgetasteten Punktes entsprechende Widerstands- bzw. Stromänderung hervor. Der Antrieb der Nipkow-Scheibe erfolgt über das gezeichnete Zahnrad durch ein Federtriebwerk. Die schwachen Stromschwankungen werden über die Fernleitung in die Spule *e* des Empfängers geführt.

Die Umwandlung der Stromschwankungen in Licht wollte Nipkow in sehr eleganter Weise durch ein Lichtrelais bewirken, das

Digitized by Google

auf dem Faradayeffekt beruhte. (Der Apparat ist im Deutschen Museum betriebsfähig aufgestellt.)

Wenn man zwischen zwei gekreuzte Nicolsche Prismen *f* und *g* ein sogenanntes Faradayglas bringt und nun durchleuchtet, so geht kein Licht hindurch. Wenn man aber das Glas mit einer Drahtspule *e* umgibt und durch diese einen kräftigen Strom schickt, so hellt sich das Gesichtsfeld, je nach der Stärke des Stromes mehr oder weniger auf. Es erfolgt nämlich, wie Faraday zuerst nachgewiesen hat, im Magnetfeld der Spule eine Drehung der Polarisationsebene des einfallenden Lichtes, die um so größer ist, je stärker der durch die

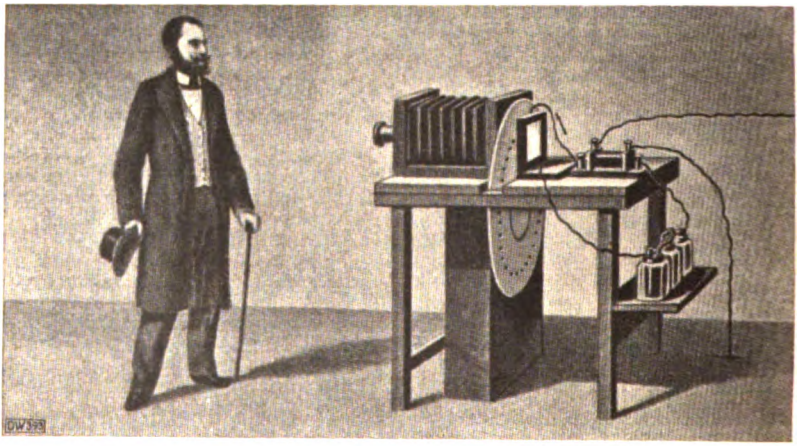


Abb. 7. Sender nach Plänen von Dussaud

Spule fließende Strom ist. Das so gesteuerte Licht fällt auf den Rand einer zweiten gleichfalls synchron laufenden Nipkow-Scheibe b_1 und wird durch diese so verteilt, daß das Auge *i* das Bild der vor dem Sender sitzenden Person sieht.

Wie ein Zeitgenosse Nipkows, Dussaud, sich auf dem Papier einen Fernsehapparat mit Nipkow-Scheiben entwarf, zeigen Abb. 7 und 8, die bereits ganz modern anmuten.

Durch das Objektiv einer Photokamera wird ein Bild auf die durch ein Uhrwerk angetriebene Nipkow-Scheibe geworfen. Hinter ihr ist die Selenzelle mit der Stromquelle und einem Transformator, über den die Stromschwingungen zur Erde bzw. über die Fernleitung zum Empfänger geführt werden. Im Empfänger werden die ankommenden Ströme in ein Telephon geschickt, an dessen Membran eine gitter-

Digitized by Google

artige Blende befestigt ist. Durch die Schwingungen der Telephonmembran wird die Blende mehr oder weniger gehoben und steuert damit das Licht einer Bogenlampe, bevor es durch eine zweite Nipkow-Scheibe auf einen Schirm verteilt und zum Bilde zusammengesetzt wird.

Der Apparat läßt wohl in anschaulicher Weise das Prinzip des Fernsehens erkennen, aber er konnte nicht betrieben werden, denn sowohl die Selenzelle wie das Lichtrelais waren bei weitem nicht leistungsfähig genug. Ebenso verhielt es sich mit den Ideen von Ayrton u. Perry, Le Blanc, Sczepanik u. a., die erst

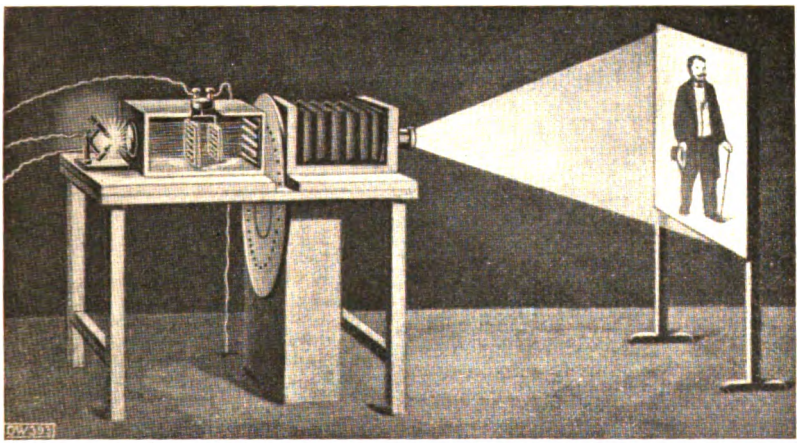


Abb. 8. Empfänger nach Plänen von Dussaud

nach vierzigjähriger Laboratoriumsarbeit unter Ausnutzung der gewaltigen Fortschritte der Hochfrequenztechnik, der Lichtelektrizität und der Elektrooptik verwirklicht wurden.

Worin lagen nun diese Schwierigkeiten?

Die Leistung des Fernsehers

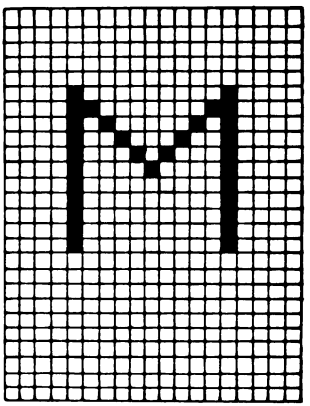
Bevor wir diese Frage an Hand der Entwicklung der einzelnen Konstruktionsteile des Fernsehapparates beantworten, wollen wir vorausschicken, was eigentlich ein Fernseher zu leisten hat.

Das Fernsehen eines in Bewegung befindlichen Gegenstandes, z. B. einer sprechenden Person kann nur so erfolgen, daß man ebenso wie beim Film in der Sekunde 10 bis 20 Momentbilder des bewegten Objektes auf den Schirm des Empfängers wirft.

Digitized by Google

Wir können aber, wie wir gesehen haben, auf elektrischem Wege ein Bild nicht als ganzes übertragen, sondern nur Punkt für Punkt. Es ist klar, daß das übertragene Bild ebenso wie ein gedrucktes Rasterbild dem Original um so mehr entspricht, in je mehr Punkte man das Bild auflöst. Es war nun eine wichtige Frage, wieviel Punkte zu einem deutlichen Bild erforderlich sind.

Schon zur Zusammensetzung des Buchstabens M braucht man, wie uns das Rasterbild, Abb. 9, zeigt, über hundertfünfzig schwarze und weiße Punkte, die in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt sein müssen, nach waagerechten oder senkrechten Zeilen.



DW 393

Abb. 9. Rasterbild
Der Buchstabe M braucht über einhundertfünfzig schwarze u. weiße Rasterpunkte

Für die Wiedergabe getönter Bilder gibt uns die Bildtelegraphie, die ebenfalls auf einer punktweisen Übertragung beruht, wichtige Anhaltspunkte. Danach sind zur Wiedergabe eines Bildnisses etwa 10 000 Punkte, für eine Landschaft oder Straßenszene 20 000 Punkte und mehr erforderlich.

Man hat nun im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts, als die elektrische Bildtelegraphie nicht zuletzt durch die Arbeiten des damals an der Münchner Universität wirkenden Professors A. Korn einen großen Aufschwung nahm, geglaubt, daß man auch zum Fernsehen 10 000 bis 20 000 Punkte je Bild brauchen würde. Hier ergab sich aber eine große Schwierigkeit. Während nämlich in der Bildtelegraphie zur Übertragung von 10 000 Bildpunkten 100 s oder mehr zur Verfügung stehen, muß beim Fernsehen die Übertragung eines Bildes in $^1/_{10}$ s oder in noch kürzerer Zeit erfolgen. Bei einer Abtastung von 10 000 Punkten mußten also in der Sekunde 100 000 Strom-

Digitized by Google

zeichen übertragen werden, d. h. zur Umwandlung der Helligkeit eines Punktes in einen Stromimpuls stehen nur $^1/_{100000}$ s zur Verfügung. Da es damals kein Mittel gab in so kurzer Zeit einen Bildpunkt in einen Stromimpuls umzuwandeln — die Selenzelle war hierzu viel zu träge — und da man bezweifelte, daß das Auge einen einzigen Lichtpunkt in so kurzer Zeit wahrnehmen könnte, hielten selbst anerkannte Fachleute ein elektrisches Fernsehen nach den Ideen von Nipkow und anderen Erfindern für unmöglich.

Da begannen in den letzten Kriegsjahren Baird in London und Mihaly in Budapest trotz der für das Fernsehen ungünstigen theoretischen Ergebnisse planmäßige Beobachtungen, um die für die Praxis genügende niedrigste Bildpunktzahl zu finden. Dabei machten sie die überraschende Feststellung, daß man nicht 10000 Bildpunkte braucht, sondern daß schon 1000 bis 1200 Bildpunkte zur Wiedergabe eines bewegten Kopfes ausreichen. Dieses merkwürdige Ergebnis liegt darin begründet, daß ein bewegtes Bild dem Auge stets schärfer erscheint als ein ruhendes von gleicher Punktzahl. Man kann ein bewegtes Bild mit 1200 Punkten und ein ruhendes Bild von 2000 Punkten in der Schärfe einander gleichsetzen. Das Auge hat nämlich bei Betrachtung eines ruhenden Bildes eine höhere Konzentration, während ihm bei bewegten Bildern keine Zeit bleibt, Einzelheiten zu betrachten. Dieselbe Beobachtung macht man in der Kinematographie, wo man zur Darstellung eines bewegten Bildes nur einen acht- bis zehnmaligen Bildwechsel, für ein ruhendes Bild hingegen einen 16 bis 20maligen Bildwechsel benötigt, um ein erkennbares Bild zu gewinnen. Aber selbst bei der zum Fernsehen erforderlichen Mindestpunktzahl von 1200 ergeben sich bei zehnmaligem Bildwechsel in der Sekunde noch 12000 Stromzeichen. Wir sehen hieraus, daß die unverzerrte Übertragung derartig hoher Frequenzen über einen Draht oder drahtlos die höchsten Anforderungen an die Trägheitslosigkeit aller Konstruktionsteile der Fernsehanlage stellt, die wir nun im einzelnen besprechen wollen.

Die lichtelektrischen Zellen

Wir beginnen mit den lichtelektrischen Zellen im Sender, die als eigentliches Sehorgan die von den einzelnen Bildelementen aufgefangenen Lichteindrücke in elektrische Ströme umwandeln sollen.

Damit die Selenzelle in der vorgeschlagenen Weise für einen Fernsehsender verwendbar sei, muß sie so konstruiert sein, daß sie bei hoher Empfindlichkeit auf kleinstem Raum zusammengedrängt ist.

Anfänglich machte die Herstellung so kleiner Zellen Schwierigkeiten, und man suchte sich dadurch zu helfen, daß man das Bild im Sender stark vergrößerte und auf die mit größeren Zellen ausgestattete Tafel warf. So führte Ruhmer 1910 eine Tafel mit

Digitized by Google

25 Zellen aus, mit der es ihm gelang, unter Anwendung von Mikrophonverstärkern einfache geometrische Gebilde, wie z. B. ein Kreuz auf eine Glühlampentafel augenblicklich zu übertragen. Ruhmer empfahl zur Fernsehübertragung von Köpfen eine solche Tafel mit 10000 Zellen zu bauen. Dieser Vorschlag wurde aber nicht ausgeführt, vielmehr bemühten sich die Erfinder, Selenzellen von 1 mm^2 Fläche herzustellen, indem sie das Selen in hauchdünner Verteilung zwischen gabelförmig ineinander gesteckte Platindrähte brachten.

Die dünne Verteilung hatte den Zweck, die Trägheit der Zelle zu verringern. In der Tat wurde in Amerika von der Bell Telephone Co. unter Aufwendung großer Mittel eine Selenzellentafel mit 2300 Zellen gebaut, die dazu diente, dem jetzigen Präsidenten Hoover seinen in New York weilenden Gegensprecher gleich im Bilde zu zeigen. Dem einmaligen Versuch kam indessen keine praktische Bedeutung zu.

Es stellte sich bald heraus, daß die Selenzelle für die Übertragung der zum Fernsehen erforderlichen hohen Frequenzen zu träge und unempfindlich war.

Was wir heute vom Fernsehen verwirklicht finden, beruht auf der Anwendung der Photozelle als lichtelektrisches Organ. Zwar kennt man die Photozelle von Elster und Geitel schon seit dem Jahre 1893 und J. Rosenthal hat ihre Verwendung für die Bildtelegraphie schon im Jahre 1907 patentiert erhalten, aber die Photoströme sind tausendmal schwächer als die durch die Selenzelle steuerbaren Ströme und erst als man die Möglichkeit kannte, die Photoströme durch das Elektronenrelais beliebig zu verstärken, konnte man sie in der Bildtelegraphie und beim Fernsehen praktisch verwenden.

So verdanken wir den großen Fortschritt der letzten Jahre auf den genannten Gebieten nicht zuletzt der Verstärkerröhre, die bereits in der Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht eine so großartige Entwicklung herbeigeführt hat.

Die Wirkungsweise der Photozelle beruht auf dem von Heinrich Hertz und Wilhelm Hallwachs entdeckten lichtelektrischen oder Photoeffekt.

Ein Elektroskop, das mit einer blanken Zinkplatte verbunden ist, wird negativ aufgeladen, wobei sich die Goldblättchen spreizen. Läßt man dann das von einer Bogenlampe ausgehende, durch eine Quarzlinse parallel gerichtete ultraviolette Licht auf die Zinkplatte fallen, so zeigt das Elektroskop augenblicklich eine Entladung an. Das Geheimnis dieser Erscheinung wurde von Lenard aufgedeckt: Unter dem Einfluß des ultravioletten Lichtes lösen sich von den Atomen des Zinkes Elektronen ab, die von der negativ geladenen Zinkplatte

Digitized by Google

abgestoßen werden. Damit vermindert sich die negative Ladung der Zinkplatte und geht schließlich ganz verloren.

Wie nun Elster und Geitel entdeckt haben, tritt der Photoeffekt bei den Alkalimetallen: Kalzium, Natrium, Rubidium, Thallium und Caesium nicht nur bei Bestrahlung durch ultraviolettes Licht, sondern auch bei gewöhnlichem Lampen- und Tageslicht auf. Da diese Alkalimetalle in der Luft sofort oxydieren, mußten sie in ein evakuiertes Gefäß gebracht werden und dies führte zur Konstruktion der Photozelle, Abb. 10, deren erste Originalausführungen im Deutschen Museum zu sehen sind. Der Kaliumbelag, der etwa die Hälfte der Innenfläche bedeckt, kann durch eine nach außen führende Elektrode eine negative Vorspannung erhalten; die positive Spannung

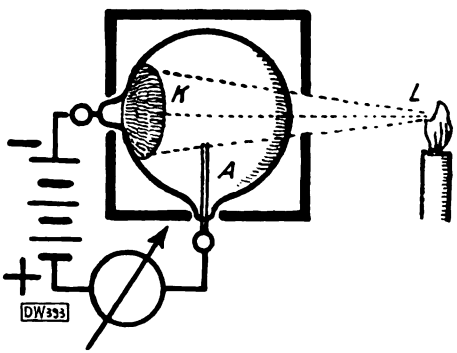


Abb. 10. Photozelle

wird an eine gewöhnliche Drahtelektrode angeschlossen. (Vielfach wird auch als Anode ein weitmaschiges Drahtnetz benützt, durch welches das Licht auf die Kathode durchfallen kann.) Befindet sich die Zelle im Dunkeln, so zeigt ein eingeschaltetes Millivoltmeter keinen Ausschlag an, sobald aber Licht auf die Zelle fällt, zeigt das Instrument (wie man sich auch durch einen Versuch am aufgestellten Gerät überzeugen kann), einen mit der Lichtintensität wachsenden Ausschlag an. Da der Photostrom bei hochevakuierten Zellen sehr schwach ist, füllt man sie mit Argon oder Helium unter 3 bis 4 mm Druck, wodurch der Strom bedeutend erhöht wird. Allerdings wird hierbei die Trägheit der Photozelle, die bei Hochvakuum praktisch aufgehoben ist, wieder etwas erhöht. Auf Grund eingehenden Studiums der Entladungsvorgänge der Photozelle ist es aber gelungen, durch geeignete Wahl des Druckes, der Zusammensetzung des Gases und der Vorspannung die Trägheit unter der für die Praxis not-

Digitized by Google

wendigen Grenze zu halten, d. h., daß man noch 30 000 bis 50 000 Helligkeitswechsel je Sekunde unverzerrt in entsprechende Stromwechsel umwandeln kann.

Um mit der Photozelle eine naturgetreue Wiedergabe der Helligkeitswerte eines farbigen Gegenstandes zu erzielen, ist es notwendig, daß die Photozelle für die verschiedenen Farben genau so empfindlich ist wie das Auge. Die spektrale Empfindlichkeitsverteilung des Auges ist durch die gestrichelte Linie in Abb. 11 angegeben. Die Abbildung zeigt, daß das Auge besonders für grün empfindlich ist, für äußerstes rot und violett recht unempfindlich.

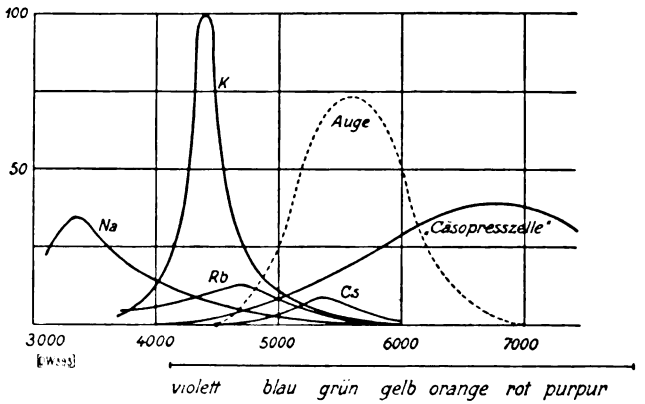


Abb. 11. Vergleich der spektralen Empfindlichkeit der Photozellen und des Auges

Bestrahlt man eine Photozelle mit verschiedenfarbigem Licht gleicher Stärke und mißt den dazugehörigen Photostrom, so ergeben sich die Linien der Abb. 11. Man sieht, daß eine mit Natrium belegte Photozelle ihre größte Empfindlichkeit im Ultravioletten hat, bei einer Kaliumzelle liegt das Maximum im Violetten, bei einer Rubidiumzelle im Blau.

Die Helligkeitsabstufung farbiger Objekte würde also durch eine derartige Zelle, ähnlich wie bei den früheren nicht orthochromatischen Platten, stark verzerrt.

Man half sich beim Fernsehen anfänglich so, daß man ebenso wie bei Filmaufnahmen das Gesicht der zu übertragenden Person stark puderte und schminkte, so daß es möglichst viel violettes Licht reflektierte. Dies war natürlich nur ein Behelf und man mußte danach trachten, Photozellen zu bauen, deren Farbenempfindlichkeit

Digitized by Google

möglichst derjenigen des Auges entsprach. Durch geeignete Wahl des Kathodenmaterials und der Gasfüllung hat man diese Aufgabe in letzter Zeit befriedigend gelöst.

Die Caesiumzelle kommt der Empfindlichkeitskurve des Auges besonders nahe und es gelang verschiedenen Laboratorien eine Caesiumlegierung herzustellen, die einen kräftigen Photostrom bis nach orange und rot liefert.

Das Lichtrelais zur Bildwiedergabe

So wesentlich wie die lichtelektrische Zelle für den Sender, ist das Lichtrelais für den Fernsehempfänger. Es dient nämlich zur Umwandlung der zu empfangenden Bildströme in die entsprechenden Lichtstärken, aus denen dann das Bild wieder aufgebaut werden muß.

In der Natur können wir hier kein Vorbild finden; denn die Funktion der Sehsphäre, in der sich die Empfindung der von der Netzhaut wahrgenommenen Lichteindrücke vollzieht, ist bis heute unerforscht.

Die Physik bietet zur Umwandlung von Stromwerten in Lichtwerte zwei Möglichkeiten:

Entweder wird eine elektrische Lichtquelle durch die Bildströme direkt verstärkt oder geschwächt oder die Strahlung einer konstanten Lichtquelle wird vor ihrem Auftreffen auf die Bildfläche durch eine von dem Bildstrom betätigte Blende mehr oder weniger abgeschwächt. Das erste Verfahren eignet sich hauptsächlich für subjektiven Empfang durch einen einzelnen Beobachter, während das zweite Verfahren die objektive Wiedergabe des Bildes auf einem Schirm, die gleichzeitige Beobachtung mehrerer Personen ermöglicht. Beide Möglichkeiten sind heute bereits hoch entwickelt. Als direkt beeinflußbare elektrische Lichtquelle stehen die Glüh- und die Glimmlampe zur Verfügung.

Bei der Glühlampe wird bekanntlich ein dünner Metallfaden, der in eine luftverdünnte Glasbirne eingeschlossen ist, durch den Strom bis zur Weißglut erhitzt und strahlt um so heller, je größer die Stromstärke ist.

Damit die Glühlampe den raschen Stromwechseln folgen kann, kommen nur die kleinsten Lämpchen mit dünnsten Drähten in Betracht. So hat kürzlich Baird in London bei der ersten Vorführung ferngesehener Bilder im Theater eine 140 × 60 cm große Tafel, die mit 2000 mattierten Glühlämpchen von 2 cm Dmr. besetzt war, benützt. Die Bilder waren sehr hell, aber wenig kontrastreich, da die Halbtöne fehlten.

Eine häufigere Anwendung finden beim Fernsehempfang wegen ihrer geringen Trägheit und damit der feineren Abtönungsmöglichkeit die Glimmlampen. Dies sind luftverdünnte Glasgefäße, in die eine flächenförmige Elektrode, die Glimmelektrode eingesetzt ist, die sich

Digitized by Google

bei Stromdurchgang mit dem Glimmlicht überzieht, dessen Farbe von der Natur der in der Röhre vorhandenen Gasreste abhängt. Die beim Fernsehen verwendete mit Neon gefüllte Röhre zeigt rotes Glimmlicht. Das Glimmlicht erscheint und verschwindet trägheitslos bei Einschalten oder Abschalten des Stromes.

Schließt man zu der dauernd an der Glimmlampe angeschalteten Gleichspannung von einigen hundert Volt noch die vom Fernsehsender kommenden und am Empfangsort verstärkten Bildströme an, dann schwankt die Helligkeit der Lampe genau im Rhythmus der Bildströme.

Ein Vorteil der Glimmlampen ist auch der geringe Stromverbrauch, so daß zu ihrer Betätigung die bei den Rundfunkgeräten zum Lautsprecherempfang erforderliche Stromverstärkung mit drei Röhren genügt. Allerdings ist auch die Lichtstärke der Bilder relativ gering.

Man hat auch versucht, das stärkere Geißlerlicht zu verwenden, wie es heute überall im großen bei der Lichtreklame benutzt wird. Um hierbei eine größere Leuchtfläche zu erzielen, legt man das 2 mm dicke Entladungsrohr in vielen Windungen eng aneinander; die erzielten Bilder sind heller als bei der Neonglimmlampe, allerdings braucht man eine höhere Betriebsspannung von rd. 2000 Volt.

Neuerdings sind von der Osram-Gesellschaft und auch von Pressler in Leipzig Punktglimmlampen konstruiert worden, deren Helligkeit sogar zum Projizieren des Bildes auf einen Schirm ausreicht.

Auch die alte Idee Senlecqs, die von einer Vielzellentafel aufgefangenen Bildströme durch das elektrische Leuchten einzelner Drahtelektroden wiederzugeben, ist vor zwei Jahren von der American Telephon und Telegraph Co. mit Hilfe einer Glimmlampentafel von etwa 1 m^2 Fläche verwirklicht worden. Die Tafel besteht aus einer schlangenförmig gewundenen mit Neon gefüllten Glasröhre, in die 2500 Glimmelektroden eingeschmolzen sind.

Die Baird Television Co. hat eine derartige Glimmlampentafel aus 2100 einzelnen Glimmlampen zusammengesetzt. Jedes dieser Glimmlampchen sitzt in einem viereckigen Blechgehäuse, das nach dem Zuschauerraum hin mit einer Mattscheibe abgedeckt ist, um das Licht zu zerstreuen. Mit einer derartigen Tafel hat Baird 1930 das Fernsehen im Skala Theater in Berlin öffentlich vorgeführt.

Auch das Fluoreszenzlicht einer Kathodenröhre hat eine ganze Reihe von Erfindern wie Rosing, Dieckmann, Belin u.a. als Lichtrelais für den Fernsehempfang angewendet. Man benutzt hierbei die Kathodenröhre in der zuerst von Professor F. Braun angegebenen Form. Aus dem von der Kathode ausgehenden Strahlenbündel wird durch eine Irne zugleich als Anode dienende Lichtblende ein dünner Kathodenstrahl ausgeblendet, der nach dem Durchgang

Digitized by Google

durch zwei um 90° gekreuzte Ablenkkondensatoren auf einen im Innern der Röhre angebrachten mit Zinksulfid bestrichenen Fluoreszenzschirm fällt und dort einen hellen Lichtfleck hinterläßt.

Legt man nun an die beiden Kondensatoren je eine Wechselspannung, so wird der Kathodenstrahl in senkrechte und waagerechte Pendelungen versetzt und überstreicht somit den ganzen Leuchtschirm. Durch Einbau besonderer Steuervorrichtungen versuchten die genannten Erfinder die Helligkeit des Lichtfleckes von Punkt zu Punkt zu steuern, aber erst in der jüngsten Zeit ist es den Amerikanern Zworykin und Farnsworth sowie M. v. Ardenne gelungen, ein deutliches Fernsehbild von 10×13 cm^2 Größe auf dem Fluoreszenzschirm einer Kathodenröhre zu empfangen.

Da in der Kathodenröhre alle mechanisch bewegten Teile zur Bildzusammensetzung in Wegfall kommen, erblicken viele Erfinder die Zukunft des Fernsehens in der Kathodenröhre, an deren Verbesserung in allen Ländern eifrigst gearbeitet wird.

Bei der zweiten Art von Lichtrelais erfolgt die Abblendung des Lichtes durch die Bildströme entweder durch elektrische Steuerung einer Blende oder durch Beeinflussung des von den Lichtstrahlen durchlaufenen durchsichtigen Körpers.

Als elektrisch steuerbare Blende ist das Saitengalvanometer und der Oszillograph für die Bildtelegraphie zu einer hohen Vervollkommnung gelangt; für das Fernsehen waren sie trotz aller Mühe der Erfinder wegen ihrer zu großen Trägheit nicht zu gebrauchen.

Erst die zweite Art der Steuerung, die Beeinflussung des Mediums brachte die Lösung des objektiven Fernsehempfanges durch Aufzeichnung des Bildes mit einem einzigen Lichtstrahl. Dieser Weg wurde, wie erwähnt, schon vor 45 Jahren durch Nipkow und andere vorgeschlagen; da die Wirkung aber äußerst schwach war, konnte sie erst nach Herausarbeitung der günstigsten Versuchsbedingungen und unter Anwendung der neuzeitlichen Verstärkertechnik praktisch verwendbar werden.

Dies ist nun mit schönstem Erfolge Professor Karolus in der von ihm durchkonstruierten Kerrzelle gelungen.

Die Kerrzelle beruht auf der 1875 von dem englischen Gewerbeschullehrer Kerr entdeckten Wirkung, die darin besteht, daß gewisse Flüssigkeiten im elektrischen Feld doppelbrechend werden. Die Kerrzelle, Abb. 12, besteht aus einem mit Nitrobenzol gefüllten Glasgefäß, in welches zwei parallel angeordnete Metallplatten, die einen Kondensator bilden, eingesetzt sind.

Das Licht einer Bogenlampe wird zwischen den zwei Kondensatorplatten hindurchgeschickt. Vor und hinter der Kerrzelle befinden sich Nicolsche Prismen, die so gestellt bzw. gekreuzt sind, daß sie dem

Digitized by Google

Licht den Weg sperren. Man nennt dies Auslöschen von polarisiertem Licht.

Wenn nun an die Metallplatten der Kerrzelle eine elektrische Spannung von einigen 1000 V angelegt wird, so ändern sich dadurch die optischen Eigenschaften des Nitrobenzols derart, daß wieder Licht austreten kann, und zwar um so stärker, je höher die angelegte Spannung ist. Dabei arbeitet das Relais auch bei den höchsten Frequenzen vollkommen trägheitslos.

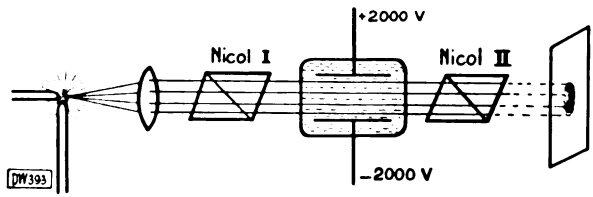


Abb. 12. Kerrzelle

Selbst bei hohen Spannungen geht nur ein äußerst geringer Strom von $^1/_{100}$ mA durch die Zelle, so daß die Steuerung praktisch leistungslos erfolgt; da an und für sich die Bildströme so schwach sind, ist dies von besonderer Wichtigkeit.

Die Bildzerlegungs- und Aufbauvorrichtungen

Von den Vorrichtungen zur Zerlegung und zum Aufbau des Bildes wurde die Nipkow-Scheibe bereits erwähnt.

Die ursprüngliche Konstruktion der Scheibe hat inzwischen vielfache Verbesserungen erfahren. Da bei den kreisrunden Löchern das zusammengesetzte Bild von schwarzen Streifen durchsetzt wird, führt man die Löcher neuerdings quadratisch oder sechseckig aus und verteilt diese in gleichem Winkelabstand.

Als Norm hat das Reichspostzentralamt die Scheibe mit 30 Löchern von 1 mm² Größe und einem radialen Abstand des äußeren Loches vom inneren von 40 mm eingeführt. Das Bild wird also in 30 Zeilen abgetastet. Da hierbei auf die abzutastende Zeile 40 Öffnungsbreiten treffen, erhält das aus 1200 Punkten zusammengesetzte Bild die Größe von 30 · 40 mm². Selbstverständlich können auch Scheiben mit größeren Öffnungen bis zu 4 mm² hergestellt werden, wodurch man entsprechend größere und hellere Bilder erhält. Da man die Scheibe aber nicht beliebig groß wählen kann, ist die Bildgröße bei der Nipkow-Scheibe begrenzt.

Das Abtasten mit der Nipkow-Scheibe kann in verschiedener Weise vorgenommen werden, was folgende zwei Beispiele erläutern:

Digitized by Google

Handelt es sich um die Übertragung eines Films, so läßt man die Strahlen einer kräftigen Lichtquelle, vgl. Abb. 13, durch einen Kon-

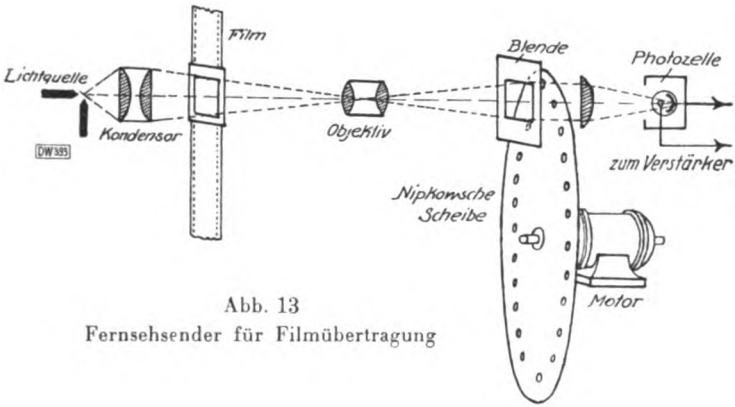


Abb. 13
Fernsehsender für Filmübertragung

densor auf den Film fallen, wodurch mit Hilfe eines Objektivs ein scharfes Filmbild auf dem Rand der Nipkow-Scheibe entsteht. Hinter der Nipkow-Scheibe befindet sich eine Sammellinse, welche die an einer bestimmten Stelle des Bildes abgetastete Helligkeit der Photozelle zuführt. Die entstehenden äußerst schwachen Photoströme werden kräftig verstärkt und dann zum Empfänger gegeben oder zur Steuerung des drahtlosen Senders benützt.

Das am häufigsten verwendete Verfahren der Abtastung veranschaulicht Abb. 14, der Lichtstrahlgeber, wie er zuerst von Baird

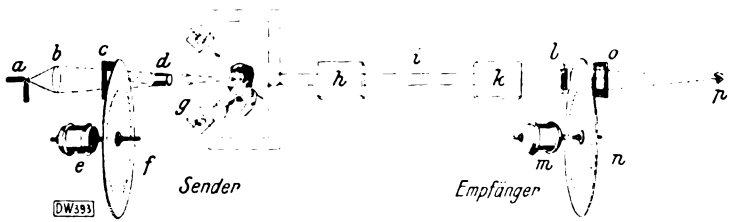


Abb. 14. Lichtstrahlgeber nach Baird

a Lichtquelle	*f* Nipkow-Scheibe	*l* Glimmlampe
b Kondensor	*g* Photozelle	*m* Motor
c Öffnung der Nipkow-Scheibe	*h* Sendeverstärker	*n* Nipkow-Scheibe
d Objektiv	*i* Fernleitung	*o* Fernbild
e Motor	*k* Empfangsverstärker	*p* Beschauer

in London verwendet wurde. Hier werden die durch einen Kondensor zusammengefaßten Strahlen einer kräftigen Lichtquelle durch die Öffnungen der Nipkow-Scheibe geschickt. Durch ein Objektiv werden die

Digitized by Google

ausgeblendeten Strahlen direkt auf die zu übertragende Person geworfen. Bei der Drehung der Scheibe tastet der Lichtstrahl in waagerechten Zeilen den Kopf ab, wobei entsprechend den Schattierungen des Gesichts augenblicklich hellere und dunklere Lichtpunkte entstehen. Das von den einzelnen Punkten zerstreute reflektierte Licht fällt nun auf die dem Kopf gegenüber befindlichen Photozellen, in welchen den Helligkeiten entsprechende Stromwerte entstehen. Der Vorgang der Verstärkung und Übertragung ist der gleiche wie beim Filmsender.

Da bei einem Lichtstrahlgeber, wie er 1930 auf der Funkausstellung von der Fernseh A.-G. gezeigt wurde, das grelle weiße Licht die abzutastende Person blendet, wird bei diesem Sender die Abtastung durch dem Auge unsichtbare ultrarote Strahlen vorgenommen. Die Rückstrahlung wird dann durch Photozellen, die für ultrarotes Licht besonders empfindlich gemacht sind, in elektrische Stromwerte umgewandelt. Dabei läßt sich der Abtastraum durch normales, die Photozelle nicht beeinflussendes Licht beleuchten, so daß ein Redner z. B. seinen Vortrag ablesen kann.

Da der Sender in der Sekunde 25 mal abtastete, waren die übertragenen Bilder vollkommen flimmerfrei und es konnten bereits kleine Szenen mit mehreren Personen deutlich wiedergegeben werden.

Erwähnt sei noch die Gegensehanlage im Deutschen Museum, die das Reichspostzentralamt gebaut hat. Jede der beiden Stationen ist zugleich Sender und Empfänger, wobei die gleiche Nipkow-Scheibe zur Abtastung des Kopfes und zur Zusammensetzung der von der Gegenstation gesteuerten Helligkeitswerte einer Glimmlampe benutzt wird. Die Abtastung erfolgt durch den kräftigen schräg von unten durch die Nipkow-Scheibe fallenden Lichtstrahl einer Glühlampe. Die Photozellen sitzen in einem Holzrahmen der Person gegenüber. Der Antrieb der beiden Scheiben erfolgt durch zwei Gleichstrommotoren, auf deren Achse je ein Wechselstrommotor sitzt. Die Ankerwicklungen der Letzteren sind parallel geschaltet und erhalten dadurch den Gleichlauf (Synchronismus) der beiden Motorsysteme.

Eine zweite, heute vielfach verwendete Verteilungsanordnung ist das Spiegelrad, das schon im Jahre 1890 von Weiller angegeben wurde. Der Erfinder wollte das Rad ursprünglich mit 500 Spiegeln ausrüsten, während man sich heute meist mit 30 Spiegeln begnügt, entsprechend der Lochzahl der Nipkow-Scheibe. Die Spiegel sitzen auf dem Mantel eines Zylinders und sind so angeordnet, daß ein Spiegel der Zylinderachse parallel liegt, der nächste Spiegel ist um einen kleinen Winkel gegen die Achse geneigt, der folgende hat die doppelte Neigung und so weiter steigt die Treppe an bis zum 30. Spiegel, der die stärkste Neigung besitzt. Die Spiegelradabtastung am Sender veranschaulicht Abb. 15.

Digitized by Google

Auf das Spiegelrad werden durch eine Linse die Strahlen einer kräftigen Lichtquelle geworfen, so daß auf die vor dem Sender sitzende Person ein scharfer Lichtpunkt reflektiert wird. Wenn das Rad eine kleine Drehung macht, wandert der vom Spiegel reflektierte

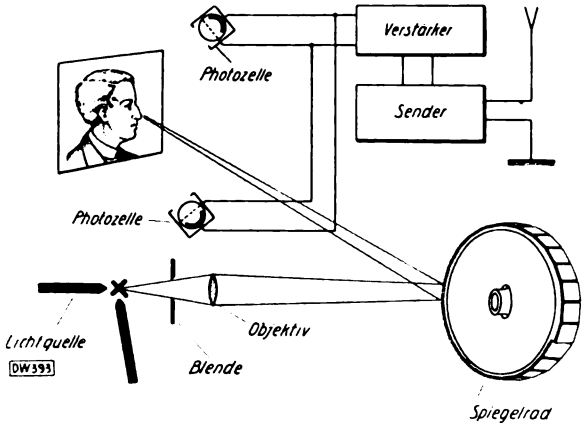


Abb. 15
Sender mit Spiegelradabtastung

Strahl in einem senkrechten Streifen über die Person, bis der nächste um einen kleinen Winkel versetzte Spiegel beleuchtet wird, und einen dicht daneben liegenden Streifen abtastet usw. Bei einer Umdrehung des Spiegelrades wird z. B. der ganze Kopf in ähnlicher Weise wie bei der Nipkow-Scheibe einmal abgetastet.

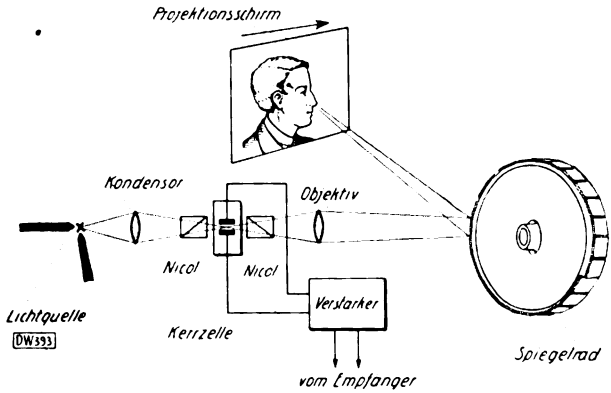


Abb. 16
Empfänger mit Spiegelradabtastung

Die Anwendung des Spiegelrades auf der Empfangsseite in Verbindung mit der Kerrzelle zeigt Abb. 16.

Das Licht der Bogenlampe fällt durch die Kerrzelle hindurch auf das zunächst ruhende Spiegelrad und wird auf dem Projektionsschirm

Digitized by Google

zu einem scharfen Punkt vereinigt. Sobald sich nun das Spiegelrad dreht, zeichnet der Strahl in senkrechten Linien eine rechteckige gleichmäßig helle Fläche auf den Schirm. Legt man an die Kerrzelle die verstärkten Bildströme, so zeichnet bei Drehung des Spiegelrades der in seiner Helligkeit durch den Bildstrom veränderte Lichtstrahl das Bild auf den Projektionsschirm.

Die Verwendung des Spiegelrades hat den Vorteil, daß man das Fernsehbild wie im Kino auf die Leinwand projizieren kann.

Die Einrichtung des im Deutschen Museum aufgestellten Projektionsfernsehempfängers mit Spiegelrad und Kerrzelle arbeitet mit 2500 Punkten und 20 Abtastungen in der Sekunde und gibt einen Kopf in großer Deutlichkeit wieder. Telefunken hat mit dieser Einrichtung bereits Bilder bis zu 1 m^2 Größe wiedergegeben; will man noch weiter gehen, so wird die Rasterung zu grob.

Um bei den langen Lichtwegen eine scharfe Abbildung zu erreichen, muß das Spiegelrad mit größter Genauigkeit gearbeitet sein, weshalb diese Anlagen sehr teuer sind. Sie kommen hauptsächlich für Theater und Kinos in Betracht, während für das Fernsehen im Heim vorläufig die einfacher und billiger zu betreibende Nipkow-Scheibe vorherrscht. Erwähnt sei noch, daß neuerdings die Fernseh A.-G. in Berlin einen kleinen Projektionsempfänger mit besonders leicht gebautem Spiegelrad konstruiert hat. Das Licht einer von den Bildströmen gesteuerten Punktlichtlampe fällt durch eine Blende auf das Spiegelrad und wird nach Reflexion durch eine Linse als scharfer Punkt auf eine an der Vorderseite des Schutzkastens eingebaute Mattscheibe von 9×12 cm^2 geworfen.

Die Synchronisierungseinrichtungen

Eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen jeder punktweisen Bildübertragung ist die des absoluten Gleichlaufs der Bildzerlegungs- und Aufbauvorrichtung am Sender bzw. am Empfänger.

Die große Geschwindigkeit der Bildabtastung beim Fernsehen stellt an die Synchronisierung hohe Anforderungen und ihre Erfüllung hat den Konstrukteuren elektrischer Fernseheinrichtungen die meiste Schwierigkeit bereitet. Was eine solche Gleichlaufvorrichtung zu leisten hat, geht daraus hervor, daß bei Verwendung von zwei Nipkow-Scheiben mit dreißig Löchern die Umlaufzeiten der Motoren am Sender und Empfänger bis auf $^1/_{375}$ s genau übereinstimmen müssen, damit jede Zeile am Sender und Empfänger stets mit demselben Bildpunkt beginnt. Da Elektromotoren niemals so gleichmäßig laufen, sind besondere Einrichtungen zur Regelung der Umlaufgeschwindigkeit erforderlich.

Die Gleichlaufregelung beim Fernsehen kann entweder rein örtlich erfolgen oder durch Übertragung besonderer Stromsignale vom Sender

Digitized by Google

zum Empfänger. Für die örtliche Synchronisierung bietet das Uhrpendel das bekannteste Beispiel und in der Tat wollte Mihaly in seinem ersten Fernsehgerät den Gleichlauf der Antriebsmotoren am Sender und Empfänger durch ein genau regelbares Sekundenpendel bewirken. Praktisch ließ sich diese Idee nicht durchführen, da die Pendelschwingungen im Verhältnis zur Umlaufzahl der Motoren viel zu langsam erfolgen. Man brauchte einen Taktgeber, der in der Sekunde nicht eine, sondern vielleicht 500 Schwingungen ausführt und als solcher bot sich die Stimmgabel, deren Schwingungen ebenso gleichmäßig sind wie die des Pendels. Die dauernde Erregung der Stimmgabelzinken erfolgt elektromagnetisch, wobei die Stimmgabelzinken in ähnlicher Weise wie der Klöppel einer elektrischen Klingel in Schwingung gehalten werden. Die hierbei entstehenden Stromstöße werden in einen Elektromagneten geschickt, der auf ein auf der Achse der Nipkow-Scheibe sitzendes Polrad einwirkt, das man wegen der Verbindung mit der Stimmgabel auch Tonrad nennt. Nach der Umlaufzahl, die eingehalten werden soll und nach der Frequenz der Stimmgabel, richtet sich die Zahl der Zähne des Tonrades, die aus Weicheisen bestehen. Sendet die Stimmgabel z. B. 240 Stromstöße in der Sekunde aus und soll die Nipkow-Scheibe 20 Umdrehungen in der Sekunde ausführen, so muß das Polrad $\frac{240}{20} = 12$ Zähne erhalten.

Man bringt zunächst die Nipkow-Scheibe durch einen Elektromotor annähernd auf die richtige Drehzahl. Sobald der Magnet durch die von der Stimmgabel gesteuerten Stromstöße immer in dem Moment erregt wird, in welchem er zwischen zwei Zähnen des Polrades steht, zieht er das Tonrad durch und gleicht kleine Schwankungen der Um- Umlaufzahl des Motors aus, Abb. 17.

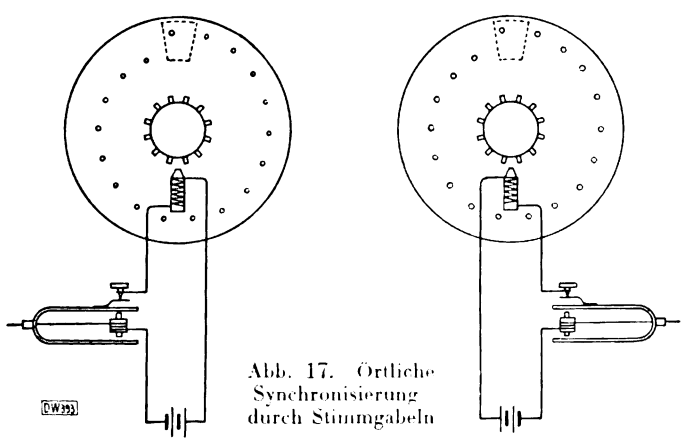


Abb. 17. Örtliche Synchronisierung durch Stimmgabeln

Digitized by Google

Verwendet man nun eine genau gleiche Stimmgabel und ein gleiches Polrad an der Nipkow-Scheibe des Empfängers, so führt dieses auch genau die gleiche Umlaufzahl aus. Wie beim Uhrpendel ändert sich die Schwingungszahl der Stimmgabel mit der Temperatur, was den Gleichlauf stören würde. Die Gabeln müssen daher sorgfältig auf gleicher Temperatur gehalten werden.

Statt des Stimmgabelunterbrechers werden neuerdings auch Röhrensender als örtliche Taktgeber verwendet.

Soll eine größere Anzahl von Empfängern mit einem Sender in Gleichlauf gebracht werden, so kommt nur die Regelung durch Sendung von markanten Signalstromstößen an die einzelnen Empfänger in Frage, die auf Drähten oder drahtlos erfolgen kann. Es ist natürlich besonders bei großer Entfernung zwischen Sender und Empfänger erwünscht, wenn die kräftigen Taktzeichen auf dem gleichen Draht oder der gleichen Welle gesendet werden können, wie die schwachen Bildströme. Damit hierdurch keine Verzerrung des Bildes eintritt, ist es zweckmäßig, das Taktzeichen zu Beginn jeder Bildzeile zu geben. Für die genormte Nipkow-Scheibe müssen dann 375 Stromzeichen in der Sekunde gegeben werden. Die am Sender erzeugten Taktzeichen werden zunächst dazu benützt, im Sender die gleichförmige Bewegung der Nipkow-Scheibe aufrecht zu halten, außerdem werden sie zu jedem Empfänger geschickt, um dort die synchrone Drehung der Scheiben zu regeln. Als Taktgeber kann am Sender ein Stimmgabelunterbrecher, ein Röhrensender oder ein auf der Nipkow-Scheibe sitzender Kollektor verwendet werden.

Ist die Nipkow-Scheibe leicht gebaut, so kann sie direkt auf das Polrad gesetzt werden. Ist sie zu schwer, oder handelt es sich um ein Spiegelrad, so muß zum Antrieb ein Gleichstrommotor verwendet werden, dessen Umlaufzahl durch ein auf der gleichen Achse sitzendes ferngesteuertes Polrad geregelt wird.

Eine besondere Art der Frequenzübertragung ist schließlich die, bei der sowohl der Sender wie der Empfänger die Taktzeichen von einer dritten Stelle aus erhalten. Der Gedanke, die Wechselstromfrequenz der Elektrizitätszentralen für die Synchronisierung auszunützen, ist oft erwogen worden, doch begegnet seine praktische Ausführung zunächst noch großen Schwierigkeiten, da die geringsten Phasenverschiebungen im Netz sich im Fernsehempfänger bemerkbar machen. Bei dem fortschreitenden Zusammenschluß der Elektrizitätswerke zum Zwecke des Stromaustausches und der hiermit notwendig werdenden schärferen Gleichhaltung der Frequenz ist es möglich, daß diese Art der Synchronisierung, die in Amerika bereits vielfach angewandt wird, auch bei uns Bedeutung erlangt.

Das Polrad des Fernsehempfängers wird dann in einfachster Weise direkt durch den Netzstrom gesteuert.

Digitized by Google

Noch ein Wort über die Einstellung der Phase! Wenn nämlich die Nipkow-Scheiben am Sender und Empfänger gleiche Umdrehungszahlen haben, dann ist wohl die Punktfolge innerhalb der einzelnen Zeilen richtig, aber man ist noch nicht sicher, ob das Bild am Empfänger wie am Sender auch mit der ersten Zeile anfängt; dies ist erst dann der Fall, wenn der erste Punkt der ersten Zeile zu gleicher Zeit in das Bildfenster der beiden Nipkow-Scheiben tritt, d. h. die beiden Scheiben müssen in gleicher Phase sein, Abb. 18. Ist das nicht der Fall, bleibt z. B. die Empfangsscheibe um 90° hinter der Sendescheibe zurück, so erhält im Empfänger die erste Bildzeile die Punktverteilung, die der Zeile 7 des Senders entspricht, die Zeile 10 die Verteilung, die der 15. Zeile des Senders entspricht, die 25. Zeile die Verteilung der

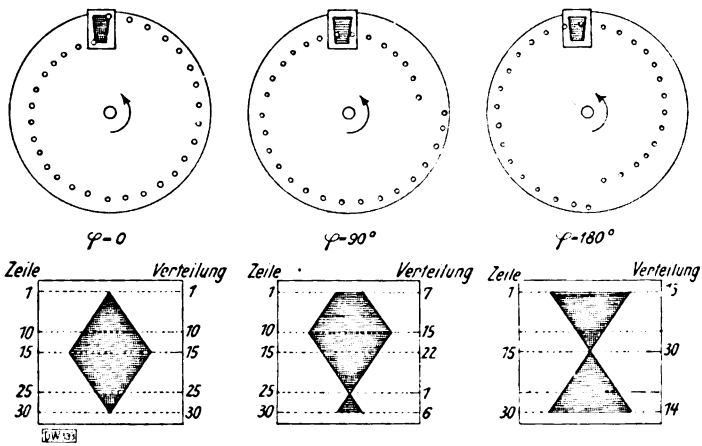


Abb. 18. Die Phasenverschiebung

1. Zeile und schließlich die 30. Zeile die Verteilung der 6. Zeile. Das Bild erscheint im Fenster auseinander geschnitten. Falls die Empfängerscheibe um 180° hinter der Sendescheibe bleibt, geht der Schnitt durch die Mitte des Bildes.

Die Einstellung der Phase am Empfänger kann entweder durch Herumführen der Glimmlampe am Rande der Nipkow-Scheibe oder durch langsames Nachdrehen des Polrad-Elektromagneten geschehen. Eine besonders bequeme Phaseneinstellung hat ein von der Telehor A.-G. konstruierter Empfänger. Hier besitzt die Nipkow-Scheibe eine zweigängige Lochspirale mit 2 × 30 Löchern, von denen aber jeweils nur 30 aufeinander folgende Löcher für die Bildzusammensetzung benützt werden. Durch Verschieben der Glimmlampe in der Höhe kann von den ersten 30 Öffnungen der Doppelspirale gerade die in die oberste Zeile des Bildfensters gebracht werden, die sich in gleicher

Digitized by Google

Phase mit der ersten Öffnung der Sendescheibe befindet. Damit kann man auf schnellste Weise die Phase einstellen.

Trotz der fortgeschrittenen Technik der heutigen Fernsehgeräte konnten sich die maßgebenden Stellen zu einer allgemeinen Einführung des Fernsehens nicht entschließen, hauptsächlich wegen der noch vorhandenen Schwierigkeiten bei der drahtlosen Übertragung, auf die wir nun zum Schluß noch näher eingehen wollen.

Die drahtlose Übertragung der Bildströme

Wie bereits dargestellt wurde, vgl. Abb. 3, entsteht bei Abtastung von Schwarz-weiß-Bildern eine Folge gleichstarker Stromstöße verschiedener Dauer, bei Abtastung von getönten Bildern erhalten wir einen wellenförmigen Stromverlauf, dessen Form sich von Zeile zu Zeile ändert. Überlagert man einem Rundfunksender, der, so lange er nicht besprochen wird, seine Schwingungen mit gleicher Stärke (z. B. auf Welle 300 m) ausstrahlt, die Bildströme, so bleiben die Wellenspitzen nicht mehr gleich hoch, sondern werden je nach der Stärke der Bildstromschwingung in ihrer Höhe verändert. Es entsteht eine modulierte Welle, die sich der überlagerten Schwingungsform um so genauer anschmiegt, je höher die Frequenz der Trägerwelle ist, also je dichter die einzelnen Schwingungen aufeinander folgen.

Am Empfänger, der auf die Trägerwelle abgestimmt ist, wird in gleicher Weise wie bei der Tonmodulation, die Bildmodulation von der Trägerwelle abgelöst und dem Fernsehempfänger zugeführt.

Die große Ähnlichkeit der Bild- und Sprechströme läßt uns erwarten, daß auch die Fernsehübertragung keine größeren Schwierigkeiten machen wird, wie die akustische Übertragung im Rundfunk, die uns heute bereits zur Selbstverständlichkeit geworden ist.

Grundsätzlich besteht auch hier kein Unterschied, doch ist die praktische Durchführung der Übertragung beim Fernsehen schwieriger wegen des größeren Frequenzbereiches. Die vom Ohr als Schallwellen wahrgenommenen Schwingungen liegen zwischen 16 und 20 000 je s, die musikalisch verwendbaren Töne, die das Telephon noch wiedergeben kann, zwischen 32 und 5000.

Demgegenüber entstehen bei Abtastung von 20 Bildern in der Sekunde mit je 2500 Punkten pro Bild 50 000 Stromstöße, also eine Frequenz von 25 000, denn zu einer Periode gehören stets zwei Stromwechsel. Dies ist allerdings die oberste Grenze der Bildstromfrequenz, die entsteht, wenn die Helligkeit von Punkt zu Punkt wechselt; ist dies nicht der Fall, folgen z. B. auf zehn helle Punkte zehn dunkle, so entsteht eine Frequenz von 2500; bei gleichmäßig hellem Hintergrund prägt sich nur am Bildrand die Zeilenfrequenz aus, welche z. B. bei 40 Zeilen und 20 Bildern $40 \times 20 = 800$ ist. Die niederste Frequenz ist die Bildfrequenz, in unserm Falle 20.

Digitized by Google

Die vorkommenden Frequenzen werden ganz von der Art des Bildes abhängen; ein Porträt wird, da es große, gleichmäßig helle Flächen hat, im allgemeinen mehr tiefe, eine Landschaft mit ihren mannigfaltigen Helligkeitsabstufungen mehr höhere Frequenzen enthalten. So entsteht bei Abtastung eines Bildes, ebenso wie durch die verschiedenen Töne eines Orchesters, ein Bereich der verschiedensten Frequenzen von 20 bis 25000, der also fünfmal breiter ist, als der Tonbereich.

Die drahtlose Übertragung derartiger großer Frequenzbereiche würde aber durch die Verbreiterung des Wellenbandes zu erheblichen Störungen der Nachbarwellen führen. Es wird nämlich durch die Modulation nicht nur die Spitzenhöhe der Trägerwelle, die sog. Amplitude verändert, sondern zu gleicher Zeit tritt neben der Trägerwelle zu beiden Seiten ein neuer Wellenbereich auf, dessen Breite von der höchsten dem Sender überlagerten Frequenz abhängt. Beträgt diese z. B. bei der akustischen Überlagerung 5000, so reicht das von einem 300 m-Sender ausgestrahlte Band von 289,5 bis 301,5 m; beträgt die Höchstfrequenz aber bei Überlagerung von Bildströmen 20000, so verbreitert sich das Band von 294 bis 306 m.

Die Rundfunksender sind nun zur Vermeidung gegenseitiger Störungen so verteilt, daß sich die bei akustischer Modulation entstehenden Wellenbänder gerade berühren; würde man dagegen mit den genannten hohen Bildstromfrequenzen einen Rundfunksender überlagern, so würden die verbreiterten Wellenbänder sich überschneiden und zu erheblichen Störungen der Nachbarwellen führen.

Wir verstehen nunmehr, warum das Reichspostzentralamt die Punktzahl auf 1200, die Bildzahl auf 12,5 in der Sekunde beschränkt hat, woraus sich ein Wellenband ergibt, dessen Breite unterhalb der zur Vermeidung von Störungen zulässigen Grenze bleibt.

Die seit eineinhalb Jahren vom Reichspostzentralamt auf dem Sender Witzleben auf Welle 418 m, von der Baird Television Co. in London auf den Wellen 356 und 261 m vorgenommenen Versuchssendungen von Filmen und gespielten Szenen haben bewiesen, daß man zu höheren Punktzahlen und häufigerem Bildwechsel übergehen muß, um zu Bildern zu gelangen, die auch das große Publikum befriedigen.

So vorteilhaft es aus organisatorischen und wirtschaftlichen Gründen gewesen wäre, Bild und Ton auf den vorhandenen Rundfunksendern zu geben, wobei der zur Betätigung des Lautsprechers dienende Empfänger und Verstärker auch für den Fernsehempfänger benützt werden kann, so wird sich für die weitere Entwicklung des Fernsehens doch kein anderer Weg bieten, als zu höheren Bildstromfrequenzen und damit zu Sendungen auf hoher Trägerfrequenz, d. h. zu kurzen Wellen überzugehen.

Seit einem Jahre werden daher in allen Ländern Fernsehversuche auf Wellen im Bereiche von 50 bis 130 m vorgenommen, die

Digitized by Google

bereits zu recht schönen Ergebnissen geführt haben. Erfolgreiche Fernsehübertragungen auf der Welle 70 m führte die Telefunkengesellschaft von Nauen nach Geltow, also auf etwa 35 km durch. Hierbei ging man auf eine Punktzahl von 2500 und eine Bildzahl von 20 in der Sekunde, so daß also die Gesamtpunktzahl je Sekunde 50 000, die Bildstromfrequenz 25 000 beträgt.

Die Versuche bewiesen, daß es möglich ist, auf der Welle 70 m scharfe und kontrastreiche Bildeindrücke zu übermitteln, die auch durch atmosphärische Störungen nicht verwischt werden. Der Sender hat eine Leistung von nur 600 Watt, und es wäre möglich, die Leistung auf das zehnfache zu steigern, um größere Entfernungen zu überbrücken. Vorläufig ist man dabei, die Betriebsicherheit der Geräte noch weiter zu erhöhen und vor allem zu prüfen, wie sich die Fernsehsendungen, die jetzt über freies Gelände gehen, im Häusermeer der Großstadt verhalten.

Kürzlich hat auch die Baird Television Co. in Hendson bei London einen Kurzwellensender von 500 W Antennenleistung aufgestellt, der auf Welle 50 m die Fernsehbilder und auf Welle 150 m die dazu gehörigen Erläuterungen sendet. Dieser Sender soll mit 4800 Bildpunkten und 18 Bildwechseln in der Sekunde arbeiten.

Sogar über den Atlantik sind Telefunken im Sommer 1930 die ersten Fernsehversuche auf der Welle 19,5 m gelungen, wobei der Fernsehsender von 20 kW Leistung in Schenectady (N. Y.) stand, während der Empfänger im Gebäude der Transradio-Großstation in Beelitz bei Berlin aufgestellt war. Mit Hilfe von gerichteten Antennen war es bei günstigen atmosphärischen Bedingungen möglich, einen Kopf, sowie Schriften verschiedener Größe, die sich vor dem amerikanischen Sender befanden, in Berlin wiederzuerkennen.

Durch diese Erfolge sind die kühnsten Phantasien des Menschengeistes verwirklicht worden und wenn diese Versuche auch immer erst als Anfang zu betrachten sind, so müssen wir doch in das Ingenium der Erfinder und Konstrukteure das Vertrauen setzen, daß das Fernsehen in absehbarer Zeit technisch vollkommen gelöst sein wird *).

*) Von dem gewaltigen Fortschritt der Fernsehtechnik im letzten Jahre konnte man sich auf der großen deutschen Funkausstellung 1931 überzeugen. Es wurden hier in sechs Dunkelkabinen Fernsehfilme nach den verschiedenen Verfahren des Reichspostzentralamts, der Fernseh A.-G., Telehor A.-G. und von M. v. Ardenne vorgeführt. Während als Sender durchweg solche mit Nipkowscheiben mit 48 bis 90 Löchern von rd. 0,2 mm Dmr. verwendet wurden, waren als Empfänger solche mit Spiegelrad und Punktlichtlampe (3000 Bildpunkte), Nipkowscheiben mit Glimmlampe (3000 und 4800 Punkte), Linsenrad und Kerroptik (13 000 Punkte), Spiegelschraube und Glimmlampe (6000 Punkte) und schließlich die Kathodenröhre (5000 Punkte) zu sehen.

Die Bildzahl betrug durchschnittlich 25 je Sekunde, die Bildgröße 10 × 10 cm². Die Helligkeit und Schärfe der Bilder war überraschend, man konnte sogar bewegliche Filme mit Massenszenen aus 2 bis 3 m Entfernung gut erkennen.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge in der Abteilung Bauwesen 1930/31

Im letzten Jahre wurde dem Ausbau der im zweiten Stock gelegenen Gruppen des Bauwesens besonderes Augenmerk zugewandt, so daß auch in dieser Abteilung besonders zahlreiche Neuzugänge zu verzeichnen sind, unter welchen hier nur die wichtigsten erwähnt werden sollen.

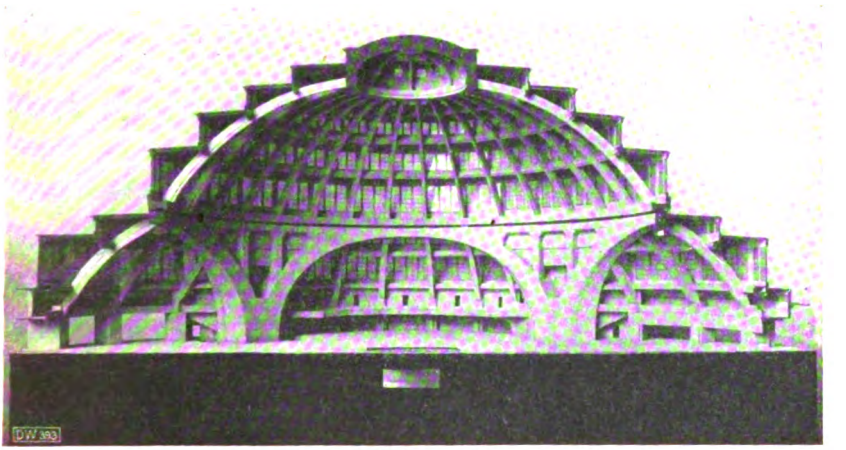


Abb. 1. Schnittmodell der Jahrhunderthalle in Breslau

In der Gruppe „Steinbearbeitung" wurde eine Reihe von Modellen zur Gewinnung, Grob- und Feinverarbeitung von Natursteinen aufgestellt, nämlich eine Drahtseilsäge von Offenbach, eine Vollgatter-Steinsäge von Carl Meyer, Marktredwitz, eine Kreissäge, Fräs- und Profiliermaschine des Eisenwerkes Eberstadt und schließlich eine Wandarm-, Schleif- und Profiliermaschine von Gebr. Morgenstern, Chemnitz.

Die Keramische Sammlung erhielt wertvolle ältere und neuere Stücke von Meißner und Kopenhagener Porzellan.

Die Abteilung „Glas" wurde ergänzt durch das Modell einer vollautomatischen Glasblasmaschine (Westlake) zur Herstellung von Glühlampenkolben von Osram, sowie durch einen Originalarm der Owens-Maschine der Gerresheimer Glashüttenwerke, der durch Motor angetrieben die Arbeitsstufen der mechanischen Flaschenherstellung veranschaulicht.

Digitized by Google

In der noch in der Einrichtung begriffenen Gruppe „Beton- und Eisenbetonbau" wurden aufgestellt das Modell der Jahrhunderthalle in Breslau, Abb. 1, und eines Geschäftshauses in Essen, als Beispiele von Eisenbetonbauten.

Ein von J. Jacobsen hergestelltes Wandgemälde veranschaulicht die in Eisenbeton ausgeführten Nordschleusenanlagen in Bremerhaven.

Die im Mai eröffnete Gruppe „Städtebau" wurde vervollkommnet durch die Modelle eines Einödhofes (Geltendorf), eines Runddorfes (Neufang), eines Marktes (Fürstenfeldbruck), eines Doppelmarktes (Landshut) und Mannheim im Jahre 1780 als Beispiel einer befestigten Stadt mit Bastionen.

Die Stadtmodelle sind jeweils Stiftungen der jetzigen Stadtverwaltungen.

Als Beispiel einer Stadt an einer Burg ist das alte Nürnberg, als Beispiel einer Stadt am Meere Genua in je einem Diorama von Professor Zeno Diemer dargestellt worden.

In der Gruppe „Siedlungswesen" fanden Aufstellung zwei Modelle der Dammerstocksiedlung in Karlsruhe und der Groß-Siedlung in Magdeburg, die von den betreffenden Städten gestiftet wurden, sowie ein Modell der Siedlung Neu-Ramersdorf bei München.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,50 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.

Im Jahrgang 1931 erscheint noch:

Heft 6: Strieder, Deutsche Montanindustrie im Zeitalter der Fugger.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 6.— (für VDI-Mitglieder RM 5.40), ohne Einbanddecke RM 5.— (für VDI-Mitglieder RM 4.50). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 1.— (für VDI-Mitglieder RM 0.90) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist die Lieferung der einzelnen Hefte in den Mitgliedbeitrag eingeschlossen.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW7

Digitized by Google

Terrasse mit Fernrohren vor dem Saal Optik

Chemisches Laboratorium
aus dem 16. Jahrhundert
(Alchimistisches Laboratorium)

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger

von J. Strieder

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7 · 1931

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10 7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10 6

Die Bibliothek ist wegen Ausbau z. Zt. geschlossen

Eintrittspreis: 50 Pfennig, für Jugendliche 25 Pfennig

Führungen an allen Werktagen

Buchhandlung, Lesesaal und Restaurationsräume im Museum

Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 Telephonnummer 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite ist die Darstellung einer alten Bergwerkssegend, Rutengänger und Schürfszene nach Agricola, aus dem Deutschen Museum

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI. Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

Digitized by Google

Titelblatt aus dem Kuttenberger **Kanzionale**

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

3. JAHRGANG HEFT 6

DIE DEUTSCHE MONTAN- UND METALL-INDUSTRIE IM ZEITALTER DER FUGGER

VON

J. STRIEDER

1 9 3 1

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Literaturverzeichnis

Jansen, Max: Die Anfänge der Fugger (bis 1494). Studien zur Fuggergeschichte H. 1. Leipzig 1907. Duncker und Humblot.

Jansen, Max: Jacob Fugger der Reiche. Studien zur Fuggergeschichte H. 3. Leipzig 1910.

Strieder, Jakob: Jacob Fugger der Reiche. Leipzig 1926. Quelle und Meyer. Englische Ausgabe unter dem Titel: Jacob Fugger the Rich. Adelphi Company, New York.

Strieder, Jakob: Die Fuggerinventur von 1527. Tübingen 1904.

Strieder, Jakob: Studien zur Geschichte kapitalistischer Organisationsformen. Monopole, Kartelle und Aktiengesellschaften im Mittelalter und zu Beginn der Neuzeit. 2. Aufl. München 1925.

Scheuermann, Ludwig: Die Fugger als Montanindustrielle in Tirol und Kärnten. Leipzig 1929.

Digitized by Google

Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger

Einführung

Das europäische Mittelalter — das heißt die Zeit bis in das 16. Jahrhundert hinein — hat noch keine eigentliche Großindustrie im Sinne und im Stile der Fabrikindustrie des 19. Jahrhunderts gesehen. Die gewerbliche Produktion wurde damals vielmehr in der Mehrzahl der Fälle noch mit Hilfe der Betriebsform des Handwerks durchgeführt. Nur auf einzelnen Gebieten der Gewerbetätigkeit, dort, wo bereits Produkte für den interlokalen, ja für den internationalen Handel hergestellt wurden, hatte sich über den Handwerker hinaus ein frühkapitalistisches Unternehmertum herausgebildet, das zwar noch nicht mit Hilfe der gewerblichen Betriebsform der Fabrik, aber doch schon mit Hilfe von wachsenden Scharen von Heimarbeitern, von Hausindustriellen eine gewisse Großindustrie herausbildete (sog. Verlagssystem, dezentralisierte Fabrik).

Besonders war das seit dem 12. Jahrhundert in einzelnen europäischen Landschaften und Städten auf dem Gebiete der Weberei geschehen. So hatte sich die berühmte flandrische Wolltuchweberei, die den Grundstein für die frühe, mittelalterliche Blüte der Städte Gent, Ypern, Brügge usw. legte, als Hausindustrie — dirigiert von einzelnen hervorragenden Unternehmern — zu einem wichtigen Zweig mittelalterlicher „Weltwirtschaft" entwickelt. Dasselbe gilt von der Barchentweberei der norditalienischen Gebiete (bes. Mailand), von der Wollweberei der Stadt Florenz, der Seidenindustrie vieler italienischer Orte, dasselbe von der alten Leinenindustrie Westfalens, besonders aber der Bodenseegegenden, deren auf dem Wege der Hausindustrie hergestellte Produkte das süddeutsche Unternehmertum schon spätestens im 12. Jahrhundert nach Spanien, Italien und Frankreich usw. exportierte. Dasselbe gilt auch von der Barchentweberei, die sich seit dem 14. Jahrhundert besonders im Schwäbischen stark verbreitete und hier den Grundstein zu einem großartigen wirtschaftlichen Aufstieg mancher süddeutschen Großkaufmannsfamilie (nicht allein der Fugger) abgab. Auch in den mitteldeutschen Gebieten, in Sachsen, in der Lausitz, in Schlesien sowie in dem benachbarten Böhmen erwuchs — von Leipziger, von Augsburger, besonders aber von Nürnberger Verlegern gefördert und getragen — eine Hausindustrie heran, die im 16. und 17. Jahrhundert die Produktion kleiner, immer mehr unselbstän-

Digitized by Google

dig in diesem Entwicklungsprozeß werdender Handwerksmeister in die Kanäle des Weltverkehrs einmünden ließ. Der Arbeitgeber von Heimarbeitern oder von Fast-Heimarbeitern, der sogenannte Verleger wird ein besonderer Kaufmanns- und Unternehmertyp in den großen Handelsstädten des Mittelalters und des 16. und 17. Jahrhunderts (vergl. die Aufschrift auf dem Bildnis Lochner, S. 5).

Aber nicht nur in der Textilindustrie, auch in der metallverarbeitenden Industrie erkennt man deutlich schon im Mittelalter Ansätze zu einer allerdings überwiegend noch heimarbeitsmäßig organisierten Großindustrie. Hierher ist die uralte Messing- und Kupferschlägerei in den Maasgegenden (Dinant, Huy usw.) zu rechnen, die dann im Verlaufe des Mittelalters nach Aachen und Köln hinüber sich ausdehnte. Hierher gehört die Nürnberger Metallindustrie, die besonders Kleineisenwaren, aber auch Messing-, Kupfer- und Zinnwaren in alle Welt lieferte und die bereits Ende des 15. und Anfang des 16. Jahrhunderts in die Levante sowie in die afrikanischen und amerikanischen Kolonien der Portugiesen und Spanier exportierte. Hierher gehört aber auch das Steyrer Messer- und Klingengewerbe sowie die alte rheinisch-westfälische Eisen verarbeitende Industrie, die in Iserlohn und Lüdenscheid, in Altena und Solingen usw. schon im Mittelalter die ersten deutlichen Schritte auf ihre spätere Größe im 19. Jahrhundert machte.

Über die genannten und andere hausindustriell, also d e z e n t r a l i s i e r t arbeitenden Großindustrien hinaus ist es im 15. und beginnenden 16. Jahrhundert — wenn wir von den aufkommenden Buchdruckereien und einigen wenigen Seidenspinnereifabriken Oberitaliens absehen — zu z e n t r a l i s i e r t e n industriellen Großbetrieben nur auf dem Gebiet des Bergwerks- und Hüttenwesens gekommen. Hier gruppiert sich zuerst um die in ihrem Standort von der Natur bedingte Unternehmungsbasis — die Hütte oder das Bergwerk — herum eine zahlreiche Lohnarbeiterschaft in der Art der heutigen Fabrikarbeiterschicht. Im Kleinen erscheint hier schon das Bild der engen räumlichen Arbeiterzusammenballung, wie sie später in der Fabrik des 19. und 20. Jahrhunderts die Regel bei großindustrieller Produktion wurde. Weil das so ist, darum verdient gerade diese frühe Montanindustrie die besondere Beachtung derjenigen, die sich mit der geschichtlichen Entwicklung der großen industriellen Unternehmungen und des großen industriellen Unternehmertums einerseits und des modernen industriellen Lohnarbeitertums anderseits beschäftigen. Dabei ragen die in solcher Entwicklung entstehenden montanindustriellen Großunternehmer entwicklungsgeschichtlich schon weit hinaus über die genannten Dirigenten von Hausindustriellen. Sie, nicht diese Verleger, wird man als die Stammväter und mittelalterlichen Vorläufer unserer Industriekapitäne des 19. und 20. Jahrhun-

Digitized by Google

derts ansprechen dürfen. Und weiter: Wenn die Arbeitenden jener mittelalterlichen Verlagsindustrien, von denen ich eine Anzahl von Beispielen aufführte, noch vielfach Reste, Rudimente jenes Handwerkertums an sich hängen haben, aus dessen Schoß sie ja auch vielfach hervorgegangen waren, wenn sie als eine Zwischenstufe zwischen kleinen Handwerkern und heutigen Heimarbeitern erscheinen, so sind die Lohnarbeiter der frühen Montan- und Hüttenindustrie — wie wir noch näher erkennen werden — schon durchaus den heutigen Fabrikarbeitern vergleichbar.

1. Deutschland als führendes Land der Montan- und Metall-Industrie im Mittelalter und 16. Jahrhundert

Bergbau und Hüttenindustrie spielen während des Mittelalters und im 16. Jahrhundert in der Volkswirtschaft Deutschlands eine nicht minder große, wenn auch eine wesentlich andere Rolle als im 19. und 20. Jahrhundert. Steht heute Kohle und Eisen unbestritten im Mittelpunkt der Montanindustrie, so ging diese in der früheren Zeit im wesentlichen auf edle und halbedle Metalle, besonders auf Silber, Kupfer, Zinn, Blei und Quecksilber. Beim Abbau und bei der Weiterverarbeitung dieser Metalle nahm Deutschland noch stärker als in seiner glänzenden Wirtschaftszeit kurz vor dem Weltkrieg eine führende Stellung in der Montanindustrie der Welt ein. Wenn wir von der Landwirtschaft absehen, so bildeten Bergbau, Hüttenindustrie samt Erz- und Metallhandel seit den letzten Jahrzehnten des 15. und in den ersten des 16. Jahrhunderts durchaus den bedeutendsten Zweig der Wirtschaft des heiligen römischen Reiches deutscher Nation. Es war nicht zuviel gesagt, wenn Kaiser Karl V. im Jahre 1525 die Bergwerke die größte „Gabe und Nutzbarkeit" nannte, die der Allmächtige den deutschen Landen mitgeteilt hätte. Es war auch sicherlich nicht übertrieben, wenn der Kaiser den Wert der jährlichen Produktion aus den verschiedensten Bergwerken seines deutschen Reiches auf mindestens 2 000 000 Goldgulden schätzte. Das sind an Edelmetallgehalt mehr als 16 Millionen Goldmark der Vorkriegszeit und an Kaufkraft vielleicht vier- oder fünfmal soviel. Es war auch nicht zu hoch gegriffen, wenn ein kaiserliches Mandat des Jahres 1525 die in der Bergbau- und Hüttenindustrie beschäftigten Gewerbetreibenden des heiligen römischen Reiches deutscher Nation mit nicht weniger als 100 000 Personen bezifferte. Dabei mögen die folgenden Zahlen zum Vergleich dienen, obgleich selbstverständlich die Ziffern Karls V. nur einen Schätzungswert besitzen. Von der deutschen Gewerbestatistik des Jahres 1882 wurden rd. 430 000 im Bergbau, Hütten- und Salinenbetrieb Tätige ge-

Digitized by Google

zählt. Das war aber schon nach dem ungeheuren Aufschwung, den die deutsche Volkswirtschaft und besonders gerade die Schwerindustrie in der Hochkonjunktur der Gründerjahre (1871 ff.) genommen hatte.

Der Versuch, die Schätzungszahlen der Gewerbestatistiker Karls V. aus der Niederung ganz annähernder Schätzung auf die Höhe sicherer zahlenmäßiger Beobachtung zu erheben, wird für immer unterbleiben müssen. Schätzungen nur sind auch die folgenden Ziffern, die verschiedene Gelehrte über die Höhe der Silberproduktion in Europa, d. h. besonders im heiligen römischen Reich deutscher Nation veröffentlicht haben.

Die mittlere jährliche Silberproduktion betrug:

Zeit	im Deutschen Reiche	im übrigen Europa	in Amerika
1493 bis 1520	35100 kg	10000 kg	— — —
1521 „ 1544	50500 „	10500 „	13300 kg
1545 „ 1560	53200 „	11500 „	199200 „

Auf Grund von Forschungen A. von Humboldts, Helfferichs, Soetbeers u. a. zusammengestellt bei G. Wiebe: Geschichte der Preisrevolution des 16. und 17. Jahrhunderts, Leipzig 1895. S. 267 ff. Neuerdings sind freilich die Soetbeerschen Schätzungen für Amerika als sehr stark übertrieben hingestellt worden, vgl. A. Supan: Die territoriale Entwicklung der europäischen Kolonien. Gotha 1906. S. 41. (Nach spanischem, gutem Quellenmaterial.)

So kritisch man sich auch diesen Ziffern gegenüber verhalten mag, fest steht, daß bis zum Jahre 1545 etwa, d. h. bis zum Aufkommen der Silberminen von Potosi und der Hochentwicklung der peruanischen und mexikanischen Produktion die Silberproduktion im heiligen römischen Reich die Gesamtproduktion der übrigen Erde übertraf. Noch erheblicher war das Übergewicht Deutschlands in der Kupfererzeugung, die durch den immer stärker hervortretenden Bronzeguß (Kupferlegierung) namentlich in der Geschützfabrikation eine ähnlich rapid zunehmende Nachfrage erhielt wie gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch den Kupferbedarf der elektrotechnischen Industrie. Dabei trat entsprechend der starken Nachfrage (freilich auch entsprechend der Preisrevolution des 16. Jahrhunderts) eine enorme Steigerung des Kupferpreises ein. War Tiroler Kupfer von den Fuggern im Jahre 1527 je Zentner noch für $5\frac{3}{4}$ bis $6\frac{1}{4}$ rheinische Goldgulden verkauft worden, so stand der Verkaufspreis derselben Ware im Jahre 1557 bereits auf 11 bis 12 rheinischen Goldgulden. Ähnliche Preiserhöhungen zeigen andere Produkte der deutschen Bergwerke, z. B. Zinn, das besonders in

Digitized by Google

Adam Lochner

Einer der vielen Nürnberger Verleger von Leinwandwebereien, die oft Hunderte von süd- und mitteldeutschen Webern als Hausindustrielle beschäftigten.

Sachsen und Böhmen gewonnen wurde, oder wie Quecksilber, das in Idria (Krain) und in dem spanischen Almaden fast das ganze 16. Jahrhundert hindurch von deutschen Erzhändlern, in allererster Linie von den Fuggern, gefördert und in den Welthandel gebracht wurde.

Der glänzend entwickelte Bergbau des heiligen römischen Reiches, der im 16. Jahrhundert stark mit dazu beitrug, der deutschen Volkswirtschaft einen gewaltigen Vorsprung in kaufmännischer, in industrieller und in technischer Hinsicht zu geben, kam nun manchen deutschen Landschaften, Städten und Personen besonders zugute. Die Blüte einzelner deutscher Landschaften und Fürstentümer beruhte durchaus auf dem Bergbau. Tirol blühte besonders im 15. und 16. Jahrhundert durch seinen Silber- und Kupferbergbau, der namentlich im Unterinntal (Mittelpunkt Schwaz) sich konzentrierte, aber bis Südtirol, bis Klausen und Terlan herabreichte. In Hall war der Mittelpunkt der Tiroler Salzgewinnung, die mit der bayerischen in Reichenhall in scharfer Konkurrenz stand. Sachsen und die Gegend am Harz förderte große Massen von Silber, Kupfer und Zinn, auch Blei. Steiermark machte der Eisenstein des steierischen Erzberges bei Leoben reich usw.

Digitized by Google

Aus dem Bergsegen erwuchs die volkswirtschaftliche, aber auch die politische Macht mancher deutscher Fürstenhäuser. Man denke an Sachsen, das auf Grund seiner in erster Linie durch den Bergbau bedingten wirtschaftlichen Blüte im 16. Jahrhundert Preußen noch bei weitem an politischer Macht überragte. Oder man denke an Österreich! Wir vermögen uns das Emporsteigen des Hauses Habsburg zur Weltmacht um die Wende vom 15. zum 16. Jahrhundert nur schwer vorzustellen ohne den Silberstrom, der besonders aus Tirol fließend die Söldnerscharen und die kostspielige Diplomatie Maximilian I., Karl V. und Ferdinand I. bezahlte. Dasselbe gilt für die Erzausbeute von Böhmen, von Ungarn und anderer Erbländer der Habsburger. Einzelne kleinere Herren, wie die Grafen von Mansfeld, die Grafen Schlick, die Herzöge von Münsterberg in Schlesien erlangten auf Grund des Erzreichtums ihrer Ländchen ein Ansehen und eine Macht, die in keinem Verhältnis zur Größe ihres Gebietes stand.

Hunderte deutscher Städte und von deutschen Bergleuten gegründete oder emporgebrachte außerdeutsche Städte verdanken ihr Entstehen und ihr Wachstum unmittelbar dem Bergsegen. Mittelbar nahmen alle deutschen Städte und ihre Einwohner — die einen mehr, die anderen weniger — an der Mineralausbeute teil. Was die deutschen Kaufleute des 15. und 16. Jahrhunderts im Handel mit Bergbauprodukten, aber auch in der Montan- und Hüttenindustrie selbst verdient haben, geht in die Millionen von Goldgulden. Namentlich die Erz- und Metallgroßhändler von Nürnberg, von Leipzig und vor allem von Augsburg sind die größten Nutznießer des Bergsegens im heiligen römischen Reiche deutscher Nation geworden. Besonders die Augsburger Kaufmannschaft ist seit dem Ende des 15. und mit dem Beginn des 16. Jahrhunderts — von ihrem Größten Jacob Fugger dem Reichen geleitet — immer energischer und immer zielbewußter in den Erzgroßhandel und in die Montanindustrie hineingegangen. Die Augsburger Kaufmannswelt hat dabei in ungleich höherem Maße noch als selbst die Nürnberger und die Leipziger einen Hauptteil jener großen Geldgewinne, die zu Ausgang des Mittelalters und zu Beginn der Neuzeit in dem vollentfalteten Bergbau, Hüttenwesen und Metallhandel des heiligen römischen Reiches deutscher Nation und anderer Länder Europas zu machen waren, in ihre Geldschränke zu leiten verstanden. Der Erzhandel bestimmte zu Ausgang des Mittelalters die Gestaltung der Unternehmungen der ersten Kaufleute der Stadt. Bei einer großen Anzahl der großen Augsburger — aber auch der Nürnberger und Leipziger — Handelsgesellschaften des 16. Jahrhunderts sieht man deutlich, wie sie bei wachsender Ausdehnung ihrer Unternehmungen das übrige Warengeschäft zurücktreten lassen vor dem direkten und indirekten Erwerb und Vertrieb von Bergbauprodukten.

Digitized by Google

Weit über die Grenzen des heiligen römischen Reiches deutscher Nation hinaus erstreckte sich die Betätigung deutscher Unternehmungslust und deutschen Kapitals in Bergbau und Erzhandel. Im spanischen Quecksilber- und Silberbergbau des 16. Jahrhunderts spielten die Fugger eine ganz hervorragende Rolle. Die Welser griffen sogar in den Bergbau der frühen spanischen Kolonien in Mittelamerika ein. Wie im 14. und 15. Jahrhundert die hansischen Kaufleute, so wurden im 16. Jahrhundert die süddeutschen Großhändler für den schwedischen Kupferbergbau als Gewerken und Abnehmer von Bedeutung. Ebenso stand es in England. Auch dort hatte die hansische Unternehmungslust schon seit dem 14. Jahrhundert große Gewinne, besonders aus dem hervorragenden Zinnbergbau, geschöpft. Dann waren Metalle, besonders Blei und Zinn, immer bedeutende Artikel des hansischen Handels aus England gewesen. Im 16. Jahrhundert blickte die englische Regierung mit Vorliebe nach Süddeutschland, wenn es galt, auswärtiges Kapital, fremde Unternehmungslust und überlegene Technik für die Ausdehnung des englischen Bergbaus und Erzhandels nutzbar zu machen. War doch damals in all diesen Dingen, besonders aber in der bergbaulichen und hüttenmäßigen Technik England in demselben Maße Deutschland unterlegen, wie es uns im 18. Jahrhundert hierin übertreffen sollte. Ein Buch wie das des ausgezeichneten Humanisten Georg Agricola „Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen" (De re metallica), das die Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum in dankenswerter Weise in deutscher Übersetzung herausgebracht hat[1]), konnte damals nur in Deutschland, dem Land der fortgeschrittensten Bergbau- und Hüttentechnik geschrieben werden.

Hervorragend war auch seit alters die Betätigung deutschen Kapitals im böhmischen, polnischen (besonders auf Blei) und ungarischen Bergbau und Erzhandel. In Ungarn, das erst 1527 durch die kluge Heiratspolitik der Habsburger zum heiligen römischen Reich kam, hatten im frühen Mittelalter deutsche Bergknappen den Bergbau recht eigentlich erst zum systematischen Betrieb erhoben. Dann waren hansische und seit dem 15. Jahrhundert in wachsendem Maße süddeutsche Kaufleute die bedeutendsten Abnehmer der Produkte des ungarischen Bergbaus geworden. Eine neue glänzende Epoche des ungarischen Bergbaus — und damit auch der deutschen Arbeit dort — begann im letzten Viertel des 15. Jahrhunderts. Wahrscheinlich war es die in der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts in Sachsen, in Tirol, im Mansfeldischen und sonst lebhaft einsetzende bergbauliche Tätigkeit, die auch in den Karpathen einen neuen Aufschwung des Bergbaues veranlaßte. Diese Hebung des schon Ende des 14. Jahrhunderts sehr

[1]) Berlin 1929, VDI-Verlag G. m. b. H.

Digitized by Google

zurückgegangenen Karpathenbergbaus wäre ohne die deutsche, namentlich die Fuggersche Unternehmungslust und Kapitalkraft schwerlich möglich gewesen. Über ein halbes Jahrhundert haben die Fugger den ungarischen Kupfer- und Silberbergbau in der Hand gehabt oder doch maßgebend beeinflußt. An Sorgen fehlte es dabei nicht. Die nahe Türkengefahr, die Eifersucht der Ungarn auf die Deutschen, der Neid anderer Firmen, häufige Streiks der Bergarbeiter usw. ließen die Berg- und Hüttenindustrie sowie den Erzhandel der Fugger in Ungarn nicht zu ruhiger Entwicklung kommen. In Jahre 1546 hielt es Anton Fugger, der damalige Chef des Welthandelshauses, für geraten, bei diesen „allersorglichsten und gefährlichsten Zeiten und Läufen" König Ferdinand, dem habsburgischen Beherrscher Ungarns, den Pachtvertrag zu kündigen. Der Augsburger Handelsherr mochte erleichtert aufatmen, als er der Sorgen um seine Kapitalien in dem von inneren Zwistigkeiten und von äußeren Feinden bedrohten Lande ledig war. Darnach nahm die ungarische Regierung ihre Bergwerke auf kurze Zeit in eigene Regie, aber sehr bald begegnen uns in den Karpathen wieder große Augsburger Firmen als Pächter. Es war offensichtlich: ohne das deutsche Kapital und ohne die deutsche Unternehmungslust waren die ungarischen wie die meisten anderen Bergwerke der Deutschland benachbarten Länder nicht mit dem höchsten Nutzen für die betreffenden Landesherren usw. instand zu setzen und instand zu erhalten. Unter den späteren Augsburger Montanindustriellen, die sich in Ungarn betätigen, begegnen uns bekannte Namen der Wirtschaftsgeschichte. So der reiche Mathias Manlich und die Gesellschaft von Melchior Manlich. Später Wolfgang Paller, David Weiß & Co. In den ersten Jahren des 17. Jahrhunderts treffen wir als Mitpächter der ungarischen Bergwerke auch den reichen Wiener Kaufmann Lazarus Henckel von Donnersmarck. Er hat hier einen Teil seines großen Vermögens erworben, das ihn zum Finanzmann der deutschen Kaiser am Vorabend des Dreißigjährigen Krieges machte. Für die den deutschen Kaisern geliehenen — teilweise im Bergbau erworbenen — Geldsummen hat Lazarus Henckel von Donnersmarck und die Seinen von den zahlungsunfähigen Habsburgern jene großen oberschlesischen Herrschaftsgebiete erhalten, auf denen dann im 19. Jahrhundert — im Zeitalter der Kohle und des Eisens — die Henckel von Donnersmarck unter Führung von Fürst Guido von Donnersmarck ihre glänzendste Zeit montanindustrieller Tätigkeit erleben sollten.

Wir kommen in einem anderen Zusammenhang noch einmal auf die Fugger in Ungarn zu sprechen. Zunächst noch einige Worte über die Bedeutung der Montanindustrie für die deutsche Wirtschaft des 16. Jahrhunderts und für die damalige Weltwirtschaft überhaupt.

Digitized by Google

Die Tatsache, daß die Deutschen im ausgehenden Mittelalter als die Hauptproduzenten von Erzen, Metallen und Metallwaren erscheinen, gab ihnen nicht nur eine besondere Stellung im kontinentaleuropäischen Handel. Dieselbe Tatsache machte sie auch zu einem wichtigen Faktor des Levantehandels und des immer stärker zu Anfang des 16. Jahrhunderts aufblühenden Verkehrs in die portugiesisch-spanische Kolonialwelt. Beherrschten zwar im 16. Jahrhundert die italienischen Städte, besonders Venedig und Genua, daneben die Franzosen, den Handel in die Levante, so mußten sich die Italiener wie auch die Bewohner Frankreichs erst von den Deutschen die in den Randländern des Mittelmeeres, namentlich aber im Orient viel begehrten Metalle und Metallwaren bringen lassen. Noch stärkere Anregungen empfing die deutsche Montan- und Metallverarbeitungsindustrie durch die Entdeckungen der Portugiesen und Spanier. Die Gewürze Indiens, die die Portugiesen seit Anfang des 16. Jahrhunderts in immer größeren Mengen nach Europa einführten, sind vielfach mit dem in Indien sehr begehrten Kupfer und Silber bezahlt worden, das der deutsche Bergbau lieferte.

Wie stark gerade die deutsche Montan- und Metallverarbeitungsindustrie den Aktionsradius der deutschen Kaufleute erweiterte, erkennt man auch aus dem großen deutschen Messingwarenexport, der seit der 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts über Lissabon in die westafrikanischen Kolonien Portugals ging. Hierüber zunächst ein paar Worte aus eigenen Forschungen der letzten Zeit.

Im Verkehr mit den Gold-, Pfeffer- und Elfenbeingebieten der äquatorialafrikanischen Westküste, der zunächst durch die Wüste gegangen war, brach um die Mitte des 15. Jahrhunderts eine neue Epoche von schnell wachsender Bedeutung für die Handelsvölker Europas an. Damals drangen die Portugiesen kolonisierend in die nördlichen Randländer des Golfes von Guinea ein. Von jetzt an vollzog sich auf dem direkten Seeweg von den portugiesischen Kolonialstationen, Forts und Handelsniederlassungen der Pfeffer-, Gold-, Elfenbein- und Sklavenküste her im Austausch gegen europäische Waren ein steigender Export von Elfenbein, von Gold usw. Neben den Portugiesen richteten auch andere europäische Nationen, die Engländer, die Niederländer, die Franzosen (namentlich die Nordfranzosen) schon im Laufe des 15. Jahrhunderts ihre mehr oder weniger regelmäßigen Handelsfahrten in die genannten Gebiete, von denen das Negerkönigreich Benin am meisten unsere Aufmerksamkeit beanspruchen darf.

Benin, früher der Name für den ganzen östlichen Teil von Oberguinea, hat der Völkerkunde mit den Werken der sogenannten Beninkultur in den letzten zwei Menschenaltern verschiedene Rätsel aufgegeben. Seit die Engländer bei einer Strafexpedition des Jahres 1897 die Hauptstadt des alten Negerreiches erobert hatten, wurden die Euro-

Digitized by Google

päer näher mit der sogenannten Beninkultur bekannt. Massenhaft kamen nun deren alte, künstlerisch hochstehende Metallwaren (Bronzeguß usw.) und Elfenbeinschnitzereien in die europäischen Museen. Es entstand die Frage der zeitlichen Einordnung dieser kunstgewerblichen Produkte Westafrikas, die Frage aber besonders der Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der Bronze-Beninkultur von europäischen oder sonstigen Einflüssen.

Nun kann es keinem Zweifel unterliegen, daß europäische Metallwaren, namentlich die von den Negern Afrikas so sehr geschätzten Kupfer-, Bronze- und besonders Messingwaren schon im 15. Jahrhundert in riesigen Mengen über Portugal in die Randgebiete des Golfes von Guinea exportiert wurden. Wir wissen von einer massenweisen europäischen Einfuhr von Messingspangen, wie sie die Neger an Armen und Beinen trugen, wie sie aber auch als Geld in Afrika kursierten, schon aus den Zeiten kurz nach der Mitte des 15. Jahrhunderts. Nach Elmina, nach Benin usw. gingen solche und andere Kupfer- und Messingprodukte, z. B. Kessel, Becken, Schüsseln gleich in vielen Tausend Stücken, ja Zentnern. Nur selten war dabei im 15. und 16. Jahrhundert Portugal auch das Herstellungsland der genannten Messing-, Bronze- und Kupferwaren. Zumeist entstammten sie den Werkstätten der Messing- und Kupferschläger in Süddeutschland (besonders in Nürnberg) und Westdeutschland (Aachen, Köln sowie überhaupt am Niederrhein). Aus diesen deutschen Städten exportierte z. B. die große Ravensburger Handelsgesellschaft schon Ende des 15. Jahrhunderts vielfach Messingwaren wie Näpfe, Becken, Schüsseln, Armspangen nach Portugal, wo sie in den königlich portugiesischen Kolonialmagazinen am Tajo für den staatlicherseits an portugiesische Monopolgesellschaften vergebenen Exporthandel nach Westafrika aufgestapelt wurden. Am Anfang des 16. Jahrhunderts erscheint dann das aus Aachen nach Antwerpen verpflanzte Handelshaus der Schetz als Hauptexportfirma der für Westafrika via Lissabon bestimmten Messing- und Kupferwaren Deutschlands. Spätestens kurz vor der Mitte des 16. Jahrhunderts erlangte schließlich die Firma Fugger eine überragende mittelbare Bedeutung auf diesem Warenexportgebiet in die Kolonialwelt der Portugiesen. Aus dem Jahre 1548 ist uns ein notarieller Akt erhalten, in welchem der Antwerpener Faktor des Königs von Portugal und Christof Wolf, der dortige Faktor der Firma Anton Fugger und Neffen einen Warenlieferungskontrakt auf folgender Grundlage schließen. Die Fugger verpflichten sich viele Tausende von Zentnern gegossener Messingspangen zu liefern. Ebenso Zehntausende von Topfen, Napfen und Kesseln aus Messing. Die Ware war innerhalb 3 Jahren nach Lissabon zu senden und dort an die Beamten der königlich portugiesischen Ausfuhrmagazine abzuliefern. Die von der königlich portugiesischen Handelsmonopolverwaltung für den west-

Digitized by Google

afrikanischen Export bei den Fuggern bestellten Produkte sollten von guter Qualität sein, so wie sie dem Handel nach Westafrika entsprachen und von solcher Größe und in solchen Sorten, wie sie immer in dem genannten Handel gebräuchlich waren, dazu vom üblichen, im Notariatsakt näher angegebenen Gewicht. Auch mußte die Ware den Mustern entsprechen, die vom Faktor des Königs von Portugal dem Fuggerschen Angestellten übergeben wurden und entsprechend der Ware sein, die andere Kontrahenten lieferten. Höchstwahrscheinlich haben die Fugger in ihren kärntnerischen, ungarischen, tirolischen und thüringischen Messingwerken die Mehrzahl der bestellten Produkte selbst angefertigt, aber auch Nürnberger, Aachener und Kölner Kupferschläger können von ihnen mit Hilfe dieser großen Kolonialaufträge in Nahrung und Verdienst gesetzt worden sein.

So gelangten seit Ende des 15. und im 16. Jahrhundert massenhaft Produkte der deutschen Metallindustrie nach dem äquatorialen Westafrika. Wie begehrt diese Waren den Negern erschienen, erkennt man daraus, daß eine Messingspange einem Elfenbeinzahn an Wert gleichgesetzt wurde. Aus solchen Angaben kann man sich einen Begriff von den Riesengewinnen machen, die in absteigender Linie 1. der portugiesischen Regierung, 2. der von ihr mit dem Handelsmonopol nach Westafrika ausgestatteten Kolonialhandelsgesellschaft, und 3. allerdings in weitem Abstand den deutschen Erzeugern bzw. Lieferanten dieser Metallwaren zufielen. Benin dürfte einen guten Klang auch in deutschen Handelskreisen des 16. Jahrhunderts gehabt haben, sonst hätten sich die Fugger kaum auf diesem Felde versucht.

Über das Wirtschaftliche hinaus erhebt sich für die Kultur- und Kunstgeschichte die Frage: Hat die deutsche Messing- und Bronzegießerei den Bini nur Massenware und höchstens noch das Rohmaterial für ihre künstlerisch hochstehenden Bronzearbeiten geliefert, oder lassen sich Anzeichen dafür auffinden, daß die Entwicklung der westafrikanischen Gießkunst in Kupferlegierungen von Deutschland beeinflußt worden ist? Was in der Tradition, wie sie die Engländer im Jahre 1897 erkundeten, über einen weißen Mann namens „Ahammangiwa" gesagt ist, der unter König Esige mit den Portugiesen kam, für ihn und seinen Nachfolger Osogboa Platten mit figürlichen Darstellungen und andere Bronzesachen anfertigte und seine Kunstfertigkeit an ihm von König Esige zugewiesene Eingeborene weitergab, klingt mir sehr einleuchtend und veranlaßt mich zu folgender Vermutung: Darf man vielleicht in dem weißen Ahamman-giwa einen Aleman (portugiesisch: Alemão) sehen? Einen deutschen Erzgießer, den sich die Portugiesen, die ja die in Deutschland hergestellten Bronze- und Messingwaren nach Westafrika einführten, durch Vermittlung ihrer deutschen Messingwarenlieferanten verschrieben und an den Hof des Negerkönigs Esige mitgenommen hatten??

Digitized by Google

Ich mache zwei Fragezeichen, möchte aber doch diese Hypothese nicht unterdrücken, weil folgende Tatsachen sie offenbar stützen. Die Tradition bezeichnet die auf den Beninplatten des endenden 15. und beginnenden 16. Jahrhunderts dargestellten Europäer als weiße Freunde Ahamman-giwas und der Könige Esige und Osogboa. Nun sind die dargestellten Europäer zweifellos zum Teil Portugiesen. Namentlich trifft das für die Krieger zu. Andererseits aber erinnern die auf Benin-Bronzeplatten des endenden 15. und beginnenden 16. Jahrhunderts dargestellten europäischen Kaufleute einige Ethnologen, die im übrigen wie alle bisherigen Forscher nichts von dem deutschen Bronze- und Messingwarenexport (via Portugal) nach Westafrika wissen, sehr an die deutsche Tracht des beginnenden 16. Jahrhunderts. Namentlich tun das die Faltenröcke und die Gugel (Hüte) der europäischen Handelsherrn. Schon von Luschan, der dem Berliner Museum zahlreiche und gute Bestände Beninscher Kunst sicherte und der die umfassendste Arbeit über die Beninsche Kunst schrieb, erwähnt direkt eine Arbeit Albrecht Dürers aus dem Jahre 1515, auf der uns diese Trachtenähnlichkeit besonders auffällig entgegentritt.

Erwägt man alle genannten Umstände: die Tradition, daß ein weißer Mann - - der aber kein Portugiese war — die Bronzegießkunst am Hofe des Königs von Benin eingeführt haben soll, die eben erwähnte Trachtenähnlichkeit, die Tatsache, daß der deutsche künstlerische Bronze- und Messingguß auf der höchsten technischen Stufe stand, daß Deutschland aber auch der Hauptweltproduzent von Bronze- und Messingmassenwaren im 15. und 16. Jahrhundert war, daß deutsche Kaufleute dieser Zeit die ganz überragenden Bronze- und Messingwarenlieferanten der Portugiesen für die westafrikanischen Kolonialhandelsstationen waren, so gewinnt die These der Begründung der Hochblüte der Bronze-Beninkultur durch einen oder mehrere deutsche Bronzegießer des endenden 15. oder des beginnenden 16. Jahrhunderts eine starke Wahrscheinlichkeit.

Die kaufmännischen Interessen der Portugiesen und der Deutschen wurden durch die Übertragung des künstlerischen Bronzegusses nach Benin nicht berührt, jedenfalls nicht geschädigt, sondern vielmehr dadurch gefördert, daß man sich durch derartige Freundlichkeiten die Gunst des Herrschers in dem schon im 15. Jahrhundert stark einsetzenden westafrikanischen Handelswettkampf der europäischen Nationen sicherte. Die Bronzen, die die Könige von Benin herstellen ließen, waren keine Massenartikel wie die Armspangen, wie die Kessel und Becken und Schüsseln, deren Herstellung und mittelbare Einfuhr (über Portugal) nach Westafrika den deutschen Kaufleuten oblag. Der Besitz der Bronzen war ein Vorrecht des Herrschers. Ein Bronzegießer gehörte Jahrhunderte hindurch zum Hofstaat

Digitized by Google

des Königs. Man wird hierbei lebhaft an die Wertschätzung von Sachverständigen in der Metallverarbeitung an vielen Fürsten- und Häuptlingshöfen auch der europäischen frühhistorischen Zeit erinnert. Man denke an Wieland, den Schmied, oder etwa — wenn man nach geschichtlichen, nicht sagenhaften Parallelen zu der königlichen Bronzewarenmanufaktur des Herrschers von Benin Umschau hält — an die hervorragende Stellung einzelner Metallhandwerker in den germanischen Volksrechten.

2. Jacob Fugger der Reiche als Typ des deutschen Erzhändlers und Montanindustriellen seiner Zeit

Es versteht sich von selbst, daß in der geschilderten internationalen Ausdehnung des Exportes deutscher Erze, Metalle und Metallprodukte diese Gegenstände einen immer breiteren Raum in dem Warenkatalog der deutschen Großhandelshäuser im Zeitalter der Fugger einnahmen. Kaum eine große Firma konnte sich dieser Entwicklung entziehen. Auch aus folgendem Grunde nicht. Je größer die einzelnen Handelsverbände wurden, um so mehr lenkten sich die Blicke der Finanzagenten des Kaisers und anderer Fürsten geldsuchend auf sie. Als Entgelt und Sicherheit konnten die Regierungen, namentlich die stets geldbedürftigen Habsburger, unter anderem besonders den Erzreichtum ihrer Länder Tirol, Ungarn, Böhmen usw. bieten, über den sie in verschiedenen Formen ein Verfügungs- oder doch Mitverfügungsrecht besaßen. Auf diese Weise gelangten die großen süddeutschen Handelsverbände zugleich mit dem Anleihegeschäft in den Erzhandel, um häufig darin ganz enorme Summen zu verdienen. Oft ging auch die Entwicklung so vor sich, daß man den Weg vom Erzhandel kleineren Stils zu einem solchen größeren Umfangs über die Brücke von Darlehen an „erzreiche" Fürsten machte. Vom Erzgroßhandel war dann nur noch ein Schritt zum Eigenerwerb von Bergwerken, Bergwerksanteilen (Kuxen) und Hüttenwerken, also zum Eintritt in die Montanindustrie selbst.

Die klugen süddeutschen Kaufleute sind diesen letzten Schritt nicht selten unfreiwillig gegangen. Sie haben sich im allgemeinen nicht in den gefährlichen Bergbaubetrieb gedrängt. Mehr als die gewagte Stellung des Gewerken mit der drohenden Zubußegefahr, mit der starken Kapitalfestlegung, behagte ihnen der Handel mit Bergbauerzeugnissen. Wenn nicht eine zwingende Notwendigkeit vorlag, die sie unter die Bergherren und Gewerken, d. h. an den Anfang der bergbaulichen Erzeugung führte, blieben sie lieber am Ende des Prozesses als Abnehmer stehen. Mochten andere die Gefahren tragen, die mit dem Kuxbesitz zusammenhingen, der kluge süddeutsche Kauf-

Digitized by Google

Georg Thurzo

Sohn des Johann Thurzo. Er war mit Anna, der Tochter Ulrich Fuggers verheiratet.

(Das Bild ist die Wiedergabe einer Silberstiftzeichnung Hans Holbein d. Ä. im Kaiser-Friedrich-Museum in Berlin.)

mann begnügte sich, solange es anging, mit dem größeren und namentlich dem vergleichsweise sichereren Gewinne aus dem Absatz der bergbaulichen Erträge [2]).

Ohne Wagnis war freilich auch hier nicht zu arbeiten. In dieser Zeit ging nämlich die unmittelbare geschäftliche Verbindung zwischen den Bergwerksbesitzern, den Gewerken und dem Kaufmann nur selten ab, ohne daß der letztere sich bereit fand, einen beträchtlichen Teil der Kapitalbeschaffung und damit auch des Wagnisses an Stelle des Erzeugers in die Hand zu nehmen. Der Großkaufmann des Mittelalters und der beginnenden Neuzeit mußte hier, wie auch bei anderen Gewerbszweigen, einen Teil der Arbeit leisten, die später — bei uns erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts — die sogenannten Gründer- oder Creditmobilierbanken übernahmen. Er sah sich gezwungen, der Industrie die Kapitalien bereitzustellen, die sie für ihr Wachstum

Ähnlich wie Rockefeller später beim Petroleum!

Digitized by Google

Jacob Fugger
der Reiche
1459 bis 1525

(Das Bild ist die Wiedergabe einer Silberstiftzeichnung Hans Holbein d. Ä. im Kaiser-Friedrich-Museum in Berlin.)

brauchte. Auch ohne unmittelbar selbst den Bergbau als Bergwerksbesitzer, als Gewerke oder Kuxinhaber zu treiben, mußte der große Erzhändler des 15. und 16. Jahrhunderts doch oft ganz beträchtliche Kapitalien im Bergbau festlegen.

Das geschah in verschiedener Richtung und Form. Hier war man gezwungen den kleineren Bergbautreibenden, auf deren Erträge man rechnete, Vorschüsse, Verlag genannt, zu geben. Dort erhielt man die Bergwerkserzeugnisse von den Bergbautreibenden nicht im verkaufsfähigen Zustand. Da mußten dann von seiten der Kaufleute, die Erzhandel im großen Stile treiben wollten, größere oder kleinere Hüttenwerke angelegt werden, um die Roherze, wie man sie von den Bergbautreibenden erwarb, verkaufsfähig, „zu Kaufmannsgut" zu machen. Der Verlag sowohl wie die Anlage der Hüttenwerke nahmen, der gewaltigen Ausdehnung der Montanindustrie in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts entsprechend, oft riesige Summen in Anspruch. Ein beträchtlicher Teil der großen süddeutschen Vermögen ist hier zu

Digitized by Google

werteschaffender Anlage gekommen, zu einer volkswirtschaftlich nützlicheren jedenfalls als der andere — vielleicht nicht weniger große —, der in dem Danaïdenfaß der fürstlichen Anleihen verschwand.

Von noch entscheidenderer Bedeutung für das Eindringen und die Verwendung des süddeutschen, namentlich des Augsburger Handelskapitals in dem Bergbau als die Geldnot der Bergbautreibenden, wurde die Geldnot des Staates. Der Erzgroßhandel und das Anleihegeschäft mit dem Territorialfürstentum formten sich zu einem einheitlichen, festgeschlossenen Wirtschaftskreis, in den sich derjenige Kaufmann unentrinnbar eingliedern mußte, der diese vornehmsten Geschäftszweige betreiben wollte. Das kam so: Dem Landesfürsten als Regalherrn stand es frei, den gesamten bergbaulichen Ertrag seines Herrschaftsbereiches den Bergbautreibenden abzunehmen, abzukaufen. Zu einem niedrigeren Preis natürlich als der Marktpreis war! Gewöhnlich wurde von diesem landesfürstlichen Recht Gebrauch gemacht. Die Form, in der es geschah, und die für die Entstehung eines montanindustriellen süddeutschen Unternehmertums im 16. Jahrhundert bedeutsam wurde, war in erster Linie durch die staatliche Finanznot bedingt. Es nahm ja natürlich der Landesfürst die verschiedenen, ihm zustehenden Handelsmonopole über die bergbauliche Erzeugung nicht in eigene Verwaltung. Dazu fehlte es ihm an dem nötigen Betriebskapital. Vielmehr pflegte der Fürst sein Warenmonopol an große Kaufleute auszubieten. Derjenige bekam es, der am meisten dafür bot, der überdies den Gewinn des Landesfürsten, der sich normalerweise auf Jahre hinaus verteilt hätte, mindestens zu einem großen Teile sofort auszuzahlen vermochte. Darüber hinaus wurde derjenige Unternehmer bevorzugt, der sich auch sonst durch Anleihen dem Fürsten in seiner Finanznot gefällig erwies.

Man nannte im 16. Jahrhundert die privatkapitalistischen Monopole, die die Finanznot des Fürstentums den großen Unternehmern so verschaffte, „Käufe" oder „Kontrakte". Man sprach von Kupfer-, Zinn-, Silber-käufen oder von Erzkäufen, Erzkontrakten schlechthin. Diese Erzkäufe gehörten zeitweise und solange die Konjunktur in der betreffenden Ware günstig lag, zu den einträglichsten Geschäften, die das 16. Jahrhundert kannte. Freilich nahmen sie auch oft — namentlich wenn von einem einzigen Unternehmer dabei ein geographisch mehr oder weniger umfangreiches völliges Monopol angestrebt wurde — den Charakter stark spekulativ gefärbter und dann oft sehr gewagter Unternehmungen an. Gerade in dem Augsburg des 16. Jahrhunderts machte sich ein gewisses Streben nach dieser Richtung hin breit. So sind die Hochstetter an dem Streben falliert, ein Weltmonopol für Quecksilber — wie es später einmal die Rothschild bekommen sollten — aufzurichten. Aber solange man sich von solchen Überspannungen der Monopolabsicht fernhielt, stellten diese Erzkäufe ein

Digitized by Google

vergleichsweise sicheres und einbringliches Geschäft dar. Es versteht sich darum leicht, daß sich die reichsten Kaufleute zu ihnen drängten. Eine der großen süddeutschen Firmen des 16. Jahrhunderts nach der anderen hat sich auf diesem Felde versucht. Die geldbedürftigen Fürsten, namentlich aber die außerordentlich geschickten Finanzagenten und Hofkammerräte der Habsburger wußten diesen natürlichen Zudrang noch dadurch künstlich zu vermehren, daß sie oft lange schon vor Ablauf eines solchen Erzkaufes den Kontrakt alleiniger Lieferung gleich einer ganzen Anzahl von neu in der damaligen Kaufmannswelt von Süddeutschland aufsteigenden Unternehmern anboten. Da entstand dann ein zielbewußt gezüchteter Wettbewerb, wie er im Interesse der kaiserlichen Finanzen lag. Wenn man einen der Bewerber gegen den andern ausspielen konnte, kam die fürstliche Kasse am besten auf ihre Kosten. Für die Entwicklung des modernen süddeutschen Unternehmertums war der Erfolg dabei der, daß sich mit einer numerisch nicht sehr starken, aber finanziell sehr kräftigen Schicht montanindustriell interessierter Geschäftsmänner ein neuer Typ des europäischen Unternehmertums ausbildete.

Das Urbild dieser neuen Schicht montanindustriell interessierter Geschäftsmänner ist Jacob Fugger (1459 bis 1525) geworden. In ihm hat diese moderne Form des europäischen Unternehmertums eine frühe, klassische Ausprägung erfahren. Immer stärker tritt im Fuggerschen Unternehmen allmählich das übrige Warengeschäft vor dem mittelbaren und unmittelbaren Erwerb und Vertrieb von Bergbauerzeugnissen zurück. Man wird schließlich Jacob Fugger am Ende seiner Laufbahn schon mehr als Großindustriellen ansprechen dürfen, wenngleich noch wesentliche Merkmale rein händlerischer Tätigkeit an ihm hängen blieben. Diese auch für manchen anderen großen süddeutschen Unternehmer jener Zeit charakteristische Entwicklung soll nunmehr etwas eingehender verfolgt werden.

Als Jacob Fugger in den neunziger Jahren des 15. Jahrhunderts die Führerschaft in dem Fuggerschen Unternehmen erlangte, unterschied sich dieses schon deutlich von denen anderer süddeutscher Kaufleute, die gleich den Fuggern im Barchentverlag und im Barchenthandel hochgekommen waren und allmählich andere Zweige des Waren- und auch des Geldgeschäftes sich angegliedert hatten. Eine alte Chronik des Fuggerschen Geschlechts hat diese Tatsache in die kurze Formel gebracht: Jacob habe den Barchent- und Gewürzwarenhandel seiner Vorfahren größtenteils aufgegeben und „sich sonderlich auf Bergwerke und Wechsel begeben". In vollem Umfang ist die Behauptung einer solchen Spezialisierung nicht richtig. Der Handel mit Barchent und anderen Produkten der Weberei, mit Wolltuchen und mit feinen italienischen Seiden- und Samtstoffen, auch der Vertrieb von Spezereien blieb dauernd ein wichtiger Zweig des allzeit viel-

Digitized by Google

seitigen Fuggerschen Geschäftes auch unter Jacobs Führerschaft. Richtig ist nur, daß unter Jacobs Leitung allmählich die Montaninteressen und damit — wie wir oben sahen — in zwangsläufiger Verbindung die großen Finanzgeschäfte in den Mittelpunkt der Fuggerschen Handlung rückten. Dahin wäre also auch die Meinung zu verbessern, die Kaiser Karl V. in einer Urkunde aus dem Jahre 1525 aussprach: „Jacob Fugger habe sich aller anderen Kaufmannshantierung fast ganz entschlagen und sich seit vielen Jahren der besonderen Gottesgab der Bergwerke am meisten beflissen."

Insonderheit waren es Tirol und Ungarn, die beiden größten Silber- und Kupfererzeugungsstätten der Erde, bis sich in der Mitte des 16. Jahrhunderts die Minen des spanischen Amerika für den Welthandel öffneten, die noch vor Ablauf des 15. Jahrhunderts in rasch wachsendem Maße die Unternehmungslust Jacob Fuggers anzogen. In diesen beiden Ländern hat seine Geschäftsführung die glänzendsten Ergebnisse erzielt. Hier ist Jacob Fugger auch über die Mehrzahl der größten Kaufleute seiner Zeit hinaus in die Rolle eines frühen Industriekapitäns der europäischen Wirtschaftsgeschichte hineingewachsen. In den ungarischen Bergwerks-, Hütten- und Hammerwerksunternehmen der Fugger-Thurzo-Handelsgesellschaft geschah das früher, später vollendete sich diese Entwicklung auf Tiroler Boden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß durch die Nähe Tirols, dessen Bergbau seit der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts einen ganz starken Aufschwung nahm, Augsburgs materielle Blüte im Zeitalter der Fugger mit verursacht wurde. Mit dem Instinkt der geborenen Kaufleute erkannten die Bewohner der Lechstadt die verheißungsvolle Lage, die sich ihnen im Tiroler Bergwesen und Erzhandel eröffnete. Mochten auch die tatkräftigen, eingeborenen Tiroler Bergwerks- und Hüttenunternehmer, die sich die großen Gewinne aus dem Erdinnern ihrer Heimat nicht von den Fremden nehmen lassen wollten, die Schwaben mit scheelen Augen ansehen: die habsburgischen Herren des Landes wollten die Kapitalkraft, den Unternehmungsgeist und die Welthandelskunde der Augsburger Kaufleute nicht entbehren, wenn es galt, der montanindustriellen Entwicklung des Landes ein Zeitmaß zu geben, das ihrem Geldbedürfnis einigermaßen entsprach. Das Haus Habsburg und sein Wille, zur Weltmacht aufzusteigen, bestimmte um die Wende des 15. und 16. Jahrhunderts den Lauf dieser Dinge, nicht die Eifersucht der eingeborenen Tiroler Unternehmer oder die Bedenken des Innsbrucker Regiments.

So vermochte die gefürstete Grafschaft Tirol mit ihren Bodenschätzen ein Eckstein in dem Aufbau des süddeutschen Reichtums jenes Zeitabschnitts zu werden, insonderheit des Fuggerschen! Die ganz starken Grundlagen gerade auch des Fuggerschen Vermögens wurden seit dem Ende der achtziger Jahre des 15. Jahrhunderts den

Digitized by Google

Tiroler Bergen entnommen. Nur ein Land — Ungarn — kann in dieser Beziehung mit Tirol an Bedeutung für das Haus Fugger verglichen werden. Dabei gestaltete sich die Teilnahme der Fugger am Bergsegen Tirols von vornherein ganz anders als die in Ungarn. Während in letzterem Land die Fugger-Thurzosche Handelsgesellschaft — wir werden dieses interessante handelsrechtliche Gebilde noch kennen lernen — einen erheblichen Teil der besten Silber- und Kupferbergwerke teils gepachtet, teils käuflich erworben hatte, also als Bergherr an dem Ausbau und der technischen Verbesserung der ungarischen Bergwerke den hervorragendsten, neuerdings besonders auch von ungarischen Historikern eingehend gewürdigten Anteil hatte, ist der Ausbau der Tiroler Bergwerke bis zum Jahre 1522 wenigstens im wesentlichen ohne unmittelbares Zutun der Fugger geschehen. Erst seit dem Beginn der zwanziger Jahre des 16. Jahrhunderts erwarb Jacob Fugger in steigendem Maße Anteile, Kuxe in den Tiroler Bergwerksbezirken. Immer stärker wird er nun auch hier Großgewerke, Industrieller im eigentlichen Sinne, wie er es in Ungarn und anderwärts bereits früher war. Besonders im Tiroler Unterinntal, bei Schwaz und Rattenberg entfaltete Jacob Fugger in den ergiebigsten Gruben eine großartige Tätigkeit als Bergbauunternehmer auf Kupfer und Silber. In schnellem Wachstum seines industriellen Unternehmertums breitete er in wenigen Jahren dann die Fuggersche bergbauliche Tätigkeit über ganz Nord- und Südtirol aus. Im Lafatsch- und Vompertal, in Gossensaß und am Schneeberg bei Ridnaun, zu Lienz im Pustertal, zu Klausen im Eisacktal hatte die Fuggersche Handelskompagnie einen größeren oder geringeren Kuxbesitz, der sie zum aktiven Teilnehmer an der bergbaulichen Entwicklung des Landes machte. Auch ihre Hüttenwerke rauchten an mehreren Stellen Tirols.

Wenn ich oben sagte, bis zum Jahre 1522 hätte die Fuggersche Handelskompagnie nicht unmittelbar an dem Erzbergbau in Tirol teilgenommen, so legte ich dabei auf das Wort „unmittelbar" besonderes Gewicht. Bis zum Jahre 1522, in dem Jacob Fugger aus der Konkursmasse des Augsburger Kaufmannes Martin Baumgartner zahlreiche Bergwerksanteile in Schwaz, Rattenberg und Lienz erwarb, war der Anteil der Fugger an den bedeutensten Tiroler Bergwerken von einer anderen Art gewesen, von jener mehr kaufmännischen Art, wie sie sich auch nach 1522 noch neben der neuen hielt. Seit zuerst im Jahre 1487 die Fuggersche Handelsgesellschaft in Gemeinschaft mit dem Genuesen Antonio de Cavallis (Anton vom Roß) dem reichen, aber trotzdem immer verschuldeten Herzog Sigmund von Tirol Geld auf Schwazer Silber und Kupfer lieh, begann für die Fugger die lange Reihe der sogenannten Kupfer- und Silberkäufe, die in der Weise vor sich gingen, daß das Augsburger Handelshaus dem Tiroler Landesherrn eine Summe baren Geldes vorstreckte und sich

Digitized by Google

dafür bis zur völligen Tilgung des Darlehens und der Zinsen das Recht auf kaufweisen Empfang der Mineralien übertragen ließ, die auf Grund des Bergregals dem Landesherrn zustanden. Auf diese Weise konnten die Fugger, ohne selbst Gewerken zu sein, so viel Silber und Kupfer, als sie abzusetzen vermochten, zu einem billigen Preise erwerben. Es versteht sich von selbst, daß durch diesen Eingriff der Fugger in den Absatz der Tiroler Bergwerkserzeugnisse die dortige Erzeugung mittelbar eine bedeutende Förderung erhielt.

Die Darlehnsgeschäfte und die damit verbundenen Metallbezüge, die Jacob Fugger mit Herzog Sigmund von Tirol begann, setzte er mit dessen Erben, dem deutschen König und späteren Kaiser Maximilian I. fort. Dabei wurde der reiche Hans Baumgartner von Kufstein, bisher der führende Finanzmann und Silberkäufer der Habsburger in Tirol, aus dieser Stellung zu Gunsten der Fugger verdrängt. Voll nutzte Jacob eine günstige politische Lage aus, die bei Maximilian I. gegen den bayerischen Untertan Hans Baumgartner und für die Fugger als Reichsstadtbürger sprach. Dauernd nahm des Kaisers Vertrauen in den Augsburger Wirtschaftsführer zu. Schon um 1492 hatte dieser im Tiroler Silberhandel die Vorherrschaft für seine Gesellschaft erlangt. Zweifellos hat damit Jacob Fugger den eigentlichen Grundstein für die Größe seines Geschlechts gelegt.

Eine parallele Entwicklung wie im Tiroler Silbergeschäft der Fugger vollzog sich in ihrem dortigen Kupfergeschäft. Lange bevor die Fugger in Tirol sich selbst am Kupferbergbau beteiligten, haben sie im Kupferhandel dieses Landes eine ganz bedeutende Rolle gespielt. Entweder allein oder in Verbindung mit anderen Augsburger Handelshäusern tätigten sie mit den großen Tiroler Gewerken sowie mit Herzog Sigmund und Maximilian I. als Landesherren von Tirol große Kupferkäufe. Das so erworbene Metall setzten sie in aller Welt, besonders aber in Venedig ab.

Auch im Tiroler Kupferhandel waren die Gewinne der Fugger groß und im ganzen genommen vergleichsweise sicher. An schweren Sorgen freilich fehlte es des öfteren auch in diesem Geschäftszweige nicht. Die fortgesetzten Streitigkeiten mit den Herrschern von Tirol und mit ihren hartnäckigen Räten, die viel größere Anleihen wünschten, als mit Silber und Kupfer gedeckt waren, die dauernden Kämpfe mit dem Innsbrucker Regiment, das in Jacob Fugger den gefährlichsten jener Schwaben sah, die das Land Tirol eigensüchtig ausbeuteten, Schwierigkeiten mit der Bergarbeiterschaft und nicht zuletzt Absatzkrisen und starke Preisschwankungen infolge von Überangebot auf dem Kupfer- und auch Silbermarkt sorgten dafür, daß Jacob Fugger selbst in Tirol kein müheloser Gewinn in den Schoß ge-

Digitized by Google

schüttet wurde. Gerade die Sorge um einen lohnenden und möglichst gleichbleibenden Preis des Kupfers hat Versuche einer monopolistischen Preispolitik Jacobs heraufgeführt, die aus dem Grunde Erfolg versprachen, weil die Fugger in Ungarn das zweite, große Kupfererzeugungsgebiet Europas völlig beherrschten.

Auch in Ungarn, wie in Tirol und anderwärts, sind die Fugger nicht die ersten deutschen Kaufleute, die sich in dem Bergbau des Landes betätigen. Auch hier sind sie vielmehr nur, wie oben erwähnt, die ganz großen Vollender älterer, gelungener Versuche einer deutschen wirtschaftlichen Ausdehnung in die magyarischen Gebiete Osteuropas. Die Hebung des sehr zurückgegangenen ungarischen Bergbaus verknüpfte sich Ende des 15. Jahrhunderts eng mit der Person eines Krakauer Bürgers Johann Thurzo, dessen Vorfahren — vielleicht deutscher Herkunft — in Ungarn saßen, bis Johann sich in Krakau ansiedelte. Er scheint einer jener montanistischen Sachverständigen gewesen zu sein, wie sie uns im 15. und 16. Jahrhundert öfters in den Bergwerksbezirken begegnen. Ein Mann, der es verstand, mit Hilfe einer durch mechanische Kraft getriebenen Maschine, einer sogenannten Wasserkunst, ersoffene Gruben wieder gangbar zu machen, der aber zugleich die Kunst des Metallscheidens, des Saigerns, zu handhaben wußte.

Man hat in der älteren Fuggerliteratur die Ansicht ausgesprochen, Jacob Fugger der Reiche sei während seiner venezianischen Lehrzeit in der Lagunenstadt mit Johann Thurzo, der dort den Venezianern die Kunst des Metallscheidens abgelauscht habe, in Berührung gekommen. Die beiden Männer hätten damals ihre spätere Handelsgesellschaft zur Ausbeute der ungarischen Bergwerke verabredet, die dann zu der industriegeschichtlich so bedeutsamen Verbindung der beiden Familien führte. Beweise für diese Legende sind nicht vorhanden. Man konnte bisher die Thurzo in Deutschland selbst nicht nachweisen, auch die Fugger damals noch nicht in Ungarn, und so vermutete man das venezianische Zusammentreffen der beiden späteren Führer der osteuropäischen Montanindustrie. Nun kann ich aber jetzt Johann Thurzo lange vor seiner und seines Sohnes Vergesellschaftung mit den Fuggern, die um das Jahr 1494 angebahnt wurde, im mitteldeutschen Bergbau als international tätige Unternehmer nachweisen. Thurzo brachte im Goslarer Bleibergbau ein Verfahren zur Anwendung, mit dessen Hilfe man aus den kupferhaltigen Bleierzen des Rammelsberges das Kupfer ausscheiden konnte, statt es, wie bisher in unwirtschaftlicher Weise mit dem Bleierz zu verschmelzen.

So konnten sich bei der Internationalität, die Kapital und Arbeit gerade im Bergbau früh annahmen, die Beziehungen der Thurzo und der Fugger leicht an einer andern Stelle anbahnen als in Venedig. Je

Digitized by Google

bedeutender der Ruf der Thurzo als Bergleute und als Bergingenieure auch in Deutschland war, um so mehr mußten die Fugger, seit sie von dem Vorgehen der Thurzo zur Hebung des Karpathenbergbaus wußten, ein gemeinsames Vorgehen mit den kühnen ungarischen Unternehmern suchen. Es ist unnötig, an ein zufälliges Zusammentreffen der Fugger und Thurzo zu glauben. Ganz bestimmte und wohldurchdachte Erwägungen führten vielmehr Jacob Fugger dazu, ein Zusammenarbeiten mit den Thurzo zu suchen. Wie hinderlich wäre zum Beispiel die Konkurrenz der Thurzo dem Tiroler Kupfer und Silber der Fugger auf dem italienisch-levantinischen Markt geworden, wenn Jacob keinen Einfluß auf die wachsende ungarische Erzeugung erhalten hätte, die noch viel reichere Ausbeute als die Tirols versprach.

So war es also nicht Zufall, sondern wirtschaftsorganisatorische Kombinationsgabe und genaue Erkenntnis der Erzeugungs- und der möglichen Absatzverhältnisse, die Jacob Fugger zur Zusammenarbeit mit den Thurzo veranlaßten. Ein anderes kam hinzu. Jacob Fugger kannte auch die politischen Verhältnisse in Ungarn. Nie und nimmer hätte die nationale Eifersucht der Magyaren dem Fremden allein die Ausbeute der wichtigsten Schätze des Landes gegönnt und erlaubt. So teilte der klug rechnende deutsche Kaufmann mit einer Familie, die zur Not als eingeboren gelten konnte, deren Mitglied Johann später in Neusohl das Bürgerrecht erwarb und ungarische Hofämter verwaltete, den Gewinn, der ihm allein versagt geblieben wäre. Wie so oft später im 19. Jahrhundert vereinigte sich in Johann Thurzo und in Jacob Fugger einheimisches Bürgertum mit dem auswärtigen Kapitalisten zum Ausbau der Volkswirtschaft eines materiell zurückgebliebenen Landes. Wie so oft später im 19. Jahrhundert fand sich aber auch in Johann Thurzo und Jacob Fugger die Kunst des scharfsinnigen Erfinders mit der Geldkraft des großen Kaufmanns und Finanziers zu ökonomischen Großtaten zusammen.

Wenn Jacob Fugger die Thurzo brauchte, um jene gewaltigen ungarischen Bergwerksgewinne zu machen, die neben den Tirolischen die Grundlage für die europäische Größe seines Handelshauses abgaben, so brauchten auch die Thurzo den Augsburger Kapitalisten. Aus der Art, wie ihr Zusammengehen in ihren Gesellschaftsverträgen verabredet wurde, aus der Tatsache, daß die Fuggersche offene Handelsgesellschaft die Fugger-Thurzosche Handelsgesellschaft vollständig finanzierte, erkennt man deutlich die Abhängigkeit der Thurzo von der Geldkraft der Fugger und von ihren Welthandelsbeziehungen. Was nutzte es Johann Thurzo, wenn ihm im Jahre 1475 die sieben ungarischen Bergstädte des Karpathengebietes gegen Anteil am Gewinn die gewaltige Aufgabe zuwiesen, die ersoffenen Gruben mit

Digitized by Google

seiner Ingenieurkunst von Wasser zu befreien? Was nützte es, wenn der Herr des Landes das Abkommen sanktionierte und dem kühnen Techniker reichen Gewinn in Aussicht stellte? Die Hauptfrage bei diesem Wiederaufbau der ungarischen Bergwerkswirtschaft war doch die: Wer steckte sein Kapital in den Berg, in die notwendigen Hüttenanlagen, in die Wegebauten usw.? Wer sollte sein Geld in einem von inneren Streitigkeiten zerrissenen Lande anlegen, gegen dessen Grenzen überdies noch die Türken immer hartnäckiger anrannten? Praktisch kam nur ein deutscher Kapitalist in Frage. Aber gerade einen Deutschen mochte die Aufgabe am wenigsten reizen, seit der magyarische Beherrscher des Landes Matthias Corvinus mit dem heiligen römischen Reich deutscher Nation in Fehde lag.

Eine Besserung der deutsch-ungarischen Beziehungen trat erst seit dem Frieden von Preßburg im Jahre 1491 ein. Hier wurde sofort auch der spätere lang erstrebte Anfall Ungarns an das Haus Habsburg vorbereitet. Der neue ungarische König Wladislaw vereinbarte in Preßburg mit König Maximilian I., daß nach dem Aussterben seiner männlichen Nachkommen die Stephanskrone an Maximilian und seine männlichen Nachkommen fallen sollte. Damit hatten sich die Habsburger endgültig in Ungarn festgesetzt. Spätere Eheverabredungen sicherten noch die neue Hoffnung. Dem deutschen König folgte sofort, wie anderswo so auch in Ungarn, sein bedeutendster Kaufmann und Finanzmann auf dem Fuße. Jacob Fugger übernahm kurze Zeit nach dem Preßburger Frieden das Wagnis der Anlage großer Kapitalien im ungarischen Bergbau. Er entfaltete eine großartige Tatkraft in der Volkswirtschaft des fremden Landes. Auch er lehnte sich bei diesem wirtschaftlichen Imperialismus wie Maximilian I. bei seinem politischen Imperialismus, bei der vorbereitenden politischen Besitzergreifung Ungarns, an eine im Lande verwurzelte Familie, die Thurzo, an. Wie die Habsburger durch Heiraten ihre Stellung in Ungarn zu festigen suchten, so auch Jacob Fugger. Zweimal verschwägerten sich seine nächsten Blutsverwandten mit der Familie Thurzo. Georg Thurzo, Johanns Sohn und Gesellschafter, heiratete 1497 Anna Fugger, die älteste Tochter von Jacobs Bruder Ulrich. Raimund Fugger, der Sohn von Jacobs Bruder Georg, führte 1513 Katharina, die Tochter Johann Thurzos, an den Altar. Mit unbefangener Offenheit spricht es die alte Chronik des Fuggerschen Geschlechts aus, diese Heiraten seien „zur Beförderung des Fuggerschen Handels" geschehen.

Ungemein interessant und ein Zeugnis für die starke organisatorische Kraft, die in Jacob Fugger waltete, ist die handelsrechtliche Form, in der sich die offene Handelsgesellschaft Ulrich Fugger und Gebrüder von Augsburg mit der Thurzoschen Handelsgesellschaft in Krakau zu einem neuen, von diesen beiden Gesellschaften scharf

Digitized by Google

getrennten Handelsverband zusammenschloß, der in den Fuggerschen Geschäftspapieren der „gemeine", d. h. gemeinsame ungarische Handel genannt wird. Der so entstandene, neue Handelsverband bezweckt die gemeinsame Ausbeute und Inbetriebsetzung von Bergwerken, von Hütten und Hammerwerken, die gemeinschaftliche Herstellung von Silberbarren und Kupferplatten usw. Dazu gesellt sich der Vertrieb dieser und anderer Waren. Die Hauptabnehmer der Fugger-Thurzo-Gesellschaft sind ihre beiden Gründer, die offene Handelsgesellschaft Ulrich Fugger und Gebrüder von Augsburg einerseits und die Gesellschaft Thurzo anderseits. Der „gemeine, ungarische Handel" verkaufte seine Bergwerks- und Metallprodukte an die Fuggersche und an die Thurzosche Gesellschaft, die sie ihrerseits dann auf eigene Faust und Rechnung weiterverkauften. Umgekehrt verkaufte wiederum die Firma Ulrich Fugger und Gebrüder dem „gemeinen, ungarischen Handel" Waren, z. B. Seiden- und Wollstoffe, Edelsteine usw. zum Weiterverkauf oder auch zu Geschenken für die großen ungarischen Herren, deren Gunst man geschäftlich ausnützen wollte.

Ganz überwiegend hatte die Fugger-Thurzo-Gesellschaft des gemeinen ungarischen Handels montan- und metallindustrielle Aufgaben. Ihr fiel die volle bergmännische Erschließung Ungarns zu. Viel mehr ein Industrie- als ein Handelsunternehmen war also die neue Gründung, bei der von den drei Gebrüdern Fugger Jacob die treibende Kraft bildete. Stärker noch als in Tirol und viel früher als dort tritt uns dementsprechend Jacob Fugger in Ungarn als Großindustrieller entgegen. Hatte er in Tirol zunächst nur im Erzhandel die führende Stellung erlangt und dadurch mittelbar die Größe der Tiroler Montanindustrie mit heraufgeführt, hatte er später auch unmittelbar als Großgewerke und Hüttenbesitzer in den Bergbau der gefürsteten habsburgischen Grafschaft eingegriffen, so verlief die Entwicklung in Ungarn so, daß die Fugger-Thurzo-Gesellschaft dort von vornherein die fast unumschränkte Herrschaft über die Erzgewinnung, Erzverhüttung und den Erzhandel des Landes ausübte. Die Fugger-Thurzosche Handelsgesellschaft betrieb in Oberungarn bei Neusohl, Libethen usw. teils gepachtete, teils gekaufte Bergwerke. Das geschurfte Erz war zumeist mehr oder minder silberhaltiges Schwarzkupfer. Das saigerwürdige davon, d. h. das stärker silberhaltige — das übrige kam als ungesaigertes Kupfer in den Handel — wurde in den Hüttenwerken der Gesellschaft, besonders in der Neusohler Hütte und in der Hochkircher bei St. Georgenthal in der Nähe von Ohrdruff im Thüringer Walde in der Weise gesaigert, daß man die Schwarzkupfererze mit Blei zusammen in großen Holzmeilern verschmolz. Das hierbei entstehende silberhaltige Blei ließ man sodann beim langsamen Erkalten der Schmelze von dem schneller erstarrenden silberhaltigen Kupfer ablaufen („absaigern"). Das Neusohler Hütten-

Digitized by Google

und Hammerwerk war im Jahre 1495 von Johann Thurzo für die Fugger-Thurzosche Gesellschaft erbaut worden. Es verhüttete den größeren Teil der von dieser Handelsgesellschaft in Ungarn gewonnenen Erze. Ein kleinerer Teil wurde in der genannten, von Jacob Fugger für die Fugger-Thurzo-Gesellschaft um 1495 errichteten Thüringer Hütte gesaigert. Ein drittes Hütten- und Hammerwerk der Fugger-Thurzo, zu Fuggerau bei Villach in Kärnten gelegen, das früher ebenfalls in großem Stil als Saigerungsanstalt für oberungarische Schwarzkupfererze gedient hatte, scheint in den zwanziger Jahren des 16. Jahrhunderts nur mit Tiroler Kupfererzen gespeist worden zu sein. In dieser Zeit diente das Hütten- und Hammerwerk Fuggerau wohl besonders der Messingherstellung. Das hierzu nötige Kupfer kam nach Angabe der Fuggerinventur von 1527 aber nicht aus Ungarn, sondern aus Schwaz in Tirol. Das erforderliche Zink (Galmei) gewann die Fugger-Thurzosche Gesellschaft aus ihren Zink- und Bleigruben bei Villach. Ein viertes Hüttenwerk der Fugger-Thurzo-Gesellschaft bei Teschen gelegen, dürfte weniger große Bedeutung für das Unternehmen gehabt haben.

In ihren Berg-, Hütten- und Hammerwerken entfaltete die Fugger-Thurzo-Gesellschaft eine großartige industrielle Tätigkeit, die vielen Hunderten von Arbeitern Beschäftigung gab. Daneben ging die kaufmännisch-händlerische Arbeitsleistung des Unternehmens. Sie bestand in dem Vertrieb von Kupfer in der Form von Platten, Blechen usw. Das Silber spielte als Handelsartikel der Fugger-Thurzo-Gesellschaft naturgemäß eine geringere Rolle. Ein großer Teil der Erzeugung dieses Edelmetalls mußte vertragsgemäß an die ungarischen Münzstätten abgeliefert werden. Der Rest wurde in Nürnberg, Leipzig, Venedig und anderen Mittelpunkten des Edelmetallhandels abgesetzt.

Die Ausgangspunkte des Kupferhandels unserer Gesellschaft waren Neusohl und Hochkirch. Dabei übertraf der von der ungarischen Bergstadt ausgehende Kupferhandel den von Thüringen ausgehenden in demselben Maße, in dem die Neusohler Saigeranstalt die Hochkircher an Bedeutung überragte. Die Hauptlinien des Neusohler Kupferhandels wiesen nach West- und Südeuropa. Über Oderberg, Breslau, die Oder entlang nach Stettin, über Krakau, die Weichsel entlang nach Danzig ging der Transport. An diesen kontinentalen Endpunkten verkaufte die Fugger-Thurzo-Gesellschaft der Firma Fugger das Kupfer. Das von der Fugger-Thurzoschen Handelsgesellschaft selbst behaltene wurde zumeist in Schlesien, besonders in Breslau, abgesetzt. Das von der Thurzo-Gesellschaft übernommene blieb auch größtenteils in Osteuropa.

Von Stettin und Danzig aus nahm sodann das nunmehr der Fugger-Gesellschaft gehörige Kupfer auf hansischen oder niederländischen

Digitized by Google

Schiffen seinen Weg durch den Sund oder über Lübeck, Hamburg nach den Niederlanden. Hier war Antwerpen der Hauptstapelplatz der Kupfersendungen der Fugger-Gesellschaft, aber nicht der Endpunkt. Von Antwerpen aus ging von der Gesellschaft Fugger-Thurzo in Ungarn gewonnenes, von dem Fuggerschen Handelsverband erworbenes Kupfer zu Schiff nach Spanien, Portugal, Frankreich und selbst nach Italien. Häufiger allerdings exportierte man das Fugger-Thurzosche Kupfer, das für die Apenninhalbinsel bestimmt war, auf den südeuropäischen Landwegen dorthin. Es wurde dann nur etwa von Zengg oder Triest aus über das Meer nach Venedig gebracht und hier von der Fugger-Gesellschaft ihrer Tochtergesellschaft abgekauft. Andere Hauptstellen, wo der Fuggersche Handelsverband der Fugger-Thurzoschen Gesellschaft das ungarische Kupfer abnahm, um es dann auf eigene Rechnung weiterzuleiten, waren die Hütte Hochkirch bzw. Leipzig. Selbstverständlich war es der Fuggersche Handelsverband, der den ganz überwiegenden Teil des Kupfers der Fugger-Thurzo-Gesellschaft übernahm. Was die Fugger-Thurzo-Gesellschaft an andere Abnehmer, besonders in Breslau und etwa noch in Venedig absetzte, war demgegenüber ganz unbeträchtlich. Gar keine Vorstellung vermögen wir uns von der Größe des Erzhandels der Thurzo-Gesellschaft zu machen. Auf keinen Fall reichte er an den der Fugger heran.

So wurde Jacob Fugger durch die Gliederung des Vertriebes des größten Teiles der Erzeugnisse der Fugger-Thurzo-Gesellschaft auch die eigentliche Triebfeder dieses Unternehmens, in dem die Fugger mehrere Millionen Goldgulden verdient haben.

Von der größten Bedeutung für die Kupferpreispolitik des großen Wirtschaftsführers wurde die Tatsache, daß Jacob Fugger durch die Fugger-Thurzo-Gesellschaft die ungarische Kupfer- und Silberproduktion fast völlig, die Tiroler zeitweise zum größten Teil händlerisch beherrschte. Viele Jahrzehnte hindurch hat hier der Lebensnerv seiner Tätigkeit gelegen. Selbstverständlich hat Jacob immer einen so hohen Kupferpreis zu erreichen gesucht, wie der Markt es gestattete. Ihm, wie anderen politisch und gesellschaftlich in seiner Vaterstadt Augsburg führenden Großkaufleuten lag der Gedanke fern, darin könne etwas Unsittliches, etwas gegen das kanonische Recht und seine Forderung des gerechten Preises Verstoßendes liegen. Auch zu Kartellverabredungen, die den Zweck hatten, den Kupferpreis in die Höhe zu treiben, oder doch zum mindesten auf der Höhe zu halten, hat Jacob Fugger seine Machtstellung in Tirol und Ungarn mehrmals unbedenklich benutzt, zuerst im Jahre 1498. Schon damals hoffte er soweit zu sein, bald als alleiniger Kupferkaufskontrahent Maximilian I. in Schwaz und damit als Beherrscher der Tiroler Erzeugung auftreten zu können. Gleichzeitig stieg das ungarische Bergwerksunternehmen der Fugger-Thurzoschen Handelsgesellschaft rasch zu un-

Digitized by Google

Hans Baumgartner d. Ä.

(Das Bild ist die Wiedergabe eines Holzschnitts von Hans Burgkmair, entstanden im Jahre 1512.)

gewöhnlicher Blüte empor. Ein Weltgroßhandelsmonopol Jacobs für Kupfer schien damit in erreichbare Nähe gerückt. Spätestens seit Ende des 15. Jahrhunderts schreitet Jacob auf das Ziel raschen Schrittes los. Um bereits jetzt die Führung auf dem wichtigen venezianischen Markt in die Hand zu bekommen, verabredete er mit den Augsburger Kaufleuten Herwart und Gossembrot, mit denen zusammen er noch im Jahre 1496 einen ganz großen Schwazer Kupferkauf auf dem Weg über Maximilian I. getätigt hatte, ein Kartell für den Kupferverkauf zu Venedig. Die drei Firmen vereinigten sich zum gemeinsamen Vertrieb ihrer aus dem genannten Schwazer Kupferkauf noch übriggebliebenen Vorräte. Keiner der Vertragschließenden durfte, so lange das Kartell lief, neue Ware auf den venezianischen Markt bringen. Dem Fuggerschen Faktor Hans Keller zu Venedig fiel der Vertrieb des Metalls zu, dessen Preise und Verkaufsbedingungen genau geregelt waren. So konnte Jacob Fugger bereits im Jahre 1498 den venezianischen Metallhändlern als jener unbedingte Herrscher im

Digitized by Google

Reiche des Kupfers erscheinen, der er nach dem baldigen Zerfall des Vertrages und seit er bald darauf das Schwazer Kupfer allein in die Hand bekam, auch tatsächlich, wenigstens zeitweise, wurde.

Für einige Zeit ist Jacob Fugger der Plan, ein Fuggersches Welthandelsmonopol für Kupfer aufzurichten, geglückt. Zeitweise ist in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts dieser große deutsche Kaufmann der Herr oder doch wenigstens — um in der Ausdrucksweise der modernen amerikanischen Monopolpolitik zu reden — der „Controller" über die beiden größten Kupfererzeugungsstätten der damaligen Welt, über Tirol und über Ungarn, gewesen. In Ungarn blieb dieser Zustand bestehen. Versuche aber einer dauernden Beherrschung auch des Tiroler Kupferbergbaues hat Jacob Fugger eigentlich bis zu seinem Tode gemacht. Zu dauernden Ergebnissen haben sie freilich nicht geführt. Auf die Dauer vermochte weder die Fugger-Thurzo-Gesellschaft noch der Fuggersche Handelsverband selbst den Tiroler Kupferkauf völlig in einer Hand zu vereinigen. Dazu und zu den damit verbundenen riesigen Anleihen genügte nicht einmal die Fuggersche, allmählich doch zu vielseitig festgelegte Geldmacht.

Eine solche Vereinigung der Tiroler Kupferkäufe in Jacob Fuggers Hand lag auch nicht im Interesse der Tiroler Gewerken und im Interesse ihres Regalherrn Maximilian I. Diese beiden Mächte sahen es viel lieber, wenn sich fortgesetzt mehrere große Handelshäuser um die Kupferkäufe bemühten. Ein derartiger Wettbewerb hob den Wert des Gegenstandes und ermöglichte größere und häufigere Anleihen bei den Kupferkaufskontrahenten. Vielfach waren allerdings die Kaufleute auch klug genug, den Wettstreit zu unterlassen. Die stärksten Bewerber taten sich dann vielmehr zu einem Konsortialgeschäft zusammen. So war bereits im Jahre 1515 die gesamte Schwazer Kupferausbeute, die weitaus bedeutendste Tirols, durch Maximilian I. für die Zeit von 1520 bis 1523 der Fuggerkompagnie mitsamt der Hochstetterschen Handelsgesellschaft als Konsortium überlassen. Gegen eine bedeutende Anleihe selbstverständlich! Dabei kam es sofort im Jahre 1515 unter starker Anteilnahme, ja unter dem Druck des Kaisers, der als Landesherr Tirols am Hochhalten des Kupferpreises lebhaft interessiert war, wiederum zu einem Kartell der Fuggerschen Handelskompagnie und der Höchstetterschen Handelsgesellschaft als den hervorragendsten Händlern mit Tiroler Kupfer. Damit im Kupferhandel die Höchstetter gegenüber den Fuggern, die ja die ungarische Erzeugung vollkommen beherrschten, nicht allzu sehr ins Hintertreffen gerieten, vereinigten sich die zwei Firmen in einem Syndikat zu folgenden Sicherungen der Absatzmöglichkeiten der Tiroler Erzeugnisse: in Oberdeutschland und Italien sollte nur Tiroler Kupfer verkauft werden, dagegen waren die Niederlande für die Zufuhr von ungarischem Kupfer freigegeben.

Digitized by Google

Ganz wohl ist es Jacob Fugger bei seiner Monopolpreis- und Kartellpolitik auch in der Zeit ihres vollen Erfolgs und trotz all seiner Macht nie gewesen. Er wußte, daß er hier der öffentlichen Meinung, die ohnedies einer so neuartigen Erscheinung wie der seinigen ablehnend gegenüberstand, die breiteste Angriffsfläche bot. Mehrmals ließ sich Jacob deshalb durch kaiserliche und königliche Erklärungen und Urkunden verbriefen, daß die Verträge alleiniger Lieferung, die er besonders für die Schwazer Kupferausbeute durch Vermittlung Maximilian I. mit den Tiroler Gewerken abgeschlossen hatte, nicht als monopolistisch im Sinne der reichsgesetzlichen Monopolverbote angesehen werden sollten. Jacob spielte hier das gefährliche Spiel mit, an dem viele deutsche Kaufleute des 16. Jahrhunderts teilnahmen. Jenes Spiel, das wohl in erster Linie die Finanzpolitiker des deutschen König- und Kaisertums jener Zeit erfunden hatten, als es galt, um jeden Preis Geld in die leeren Kassen des Reiches zu leiten. Während auf den deutschen Reichstagen seit Beginn des 16. Jahrhunderts die kleinen staatlichen und ständischen Gewalten gegen die privatkapitalistischen Monopole als Gebilden gottlosen Wuchers wetterten und ihre strenge Bestrafung beschlossen, verpflichteten sich die deutschen Könige und Kaiser Maximilian I., Ferdinand I., Karl V. in den monopolistischen Erzlieferungsverträgen heimlich, die Kaufleute bedingungslos zu schützen, falls man von Reichs wegen gegen sie als Monopolisten einschreiten würde. Des öfteren mußte Jacob Fugger erfahren, wie gut und nötig diese Rückendeckung war. Im Jahre 1523 wollte der Anwalt des Reiches von der Gewalt Gebrauch machen, die ihm der Reichstag und der Kaiser übertragen hatten. Er lud eine ganze Anzahl Augsburger Großhandelsherren, Jacob Fugger an der Spitze, wegen Monopolvergehen vor das Reichskammergericht. Es mag kein Tag der Freude für die führende Augsburger Familie gewesen sein, als Ihrer Römischen Kaiserlichen Majestät Kammergerichtsbote in der berühmten goldenen Schreibstube erschien und dem Seniorchef des Hauses, dem greisen Jacob Fugger, die Ladung feierlich überreichte, als gleichzeitig die Klage wegen Monopolvergehens des Handelsfürsten am Rathaus zu Augsburg öffentlich angeschlagen wurde. Mit fieberhafter Eile suchte Jacob wie die übrigen bedrohten Augsburger Schutz vor dem nahenden Unheil. Sie zogen von allen Seiten hochmögende Bundesgenossen und Fürsprecher heran. Jacob Fugger war in dieser Hinsicht am besten versorgt. Er wandte sich an Herzog Georg von Sachsen, mit dem er in enger geschäftlicher Beziehung stand, ebenso an Erzherzog Ferdinand, den späteren König und Kaiser Ferdinand I. Besonders aber bat Jacob Kaiser Karl V. um Hilfe. Nicht umsonst! Von Burgos in Kastilien aus richtete der Kaiser im Herbst des Jahres 1523 ein energisches Schreiben an den obersten

Digitized by Google

Reichsanwalt und befahl ihm, sofort das Verfahren gegen die Augsburger Kaufleute einzustellen. Gleichzeitig forderte der Kaiser auch seinen Bruder, den Erzherzog Ferdinand auf, den Reichskammergerichtsprozeß gegen die Augsburger Handelsherren niederzuschlagen.

Anderthalb Jahre später ist Karl V. zu einer grundsätzlichen Regelung der Monopolfrage geschritten. War es schamvolle Erkenntnis der Unhaltbarkeit des bisherigen Zustandes, die den Kaiser hierzu veranlaßte? Oder drängte die interessierte Großkaufmannschaft den Monarchen zu diesem Schritt? Jacob Fugger jedenfalls scheint hier eine bedeutsame Rolle gespielt zu haben. Seine Vertrauensmänner arbeiteten am spanischen Hofe in der Frage einer personellen Sicherung wenigstens der Fugger vor Monopolanklagen, als die allgemeine Regelung kam. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß die Fuggerschen Helfer auch letztere herbeigeführt haben. Auf Grund einer Wirtschaftsgesinnung, wie sie Jacob Fugger vertrat, erließ Kaiser Karl V. am 13. Mai 1525 von Toledo aus einen Befehl, in dem er bestimmte, daß die Verträge, die den Erzgroßhandel in die Hände weniger Kaufleute auslieferten, nicht als monopolistisch im Sinne der Reichstagsverhandlungen angesehen werden sollten und dürften. Vielmehr sollte den Gewerken oder denen, die Metalle oder Erze zu verkaufen hatten, das Recht zustehen, ihre Erzeugnisse in eine Hand zu verkaufen und über diesen monopolistischen Kauf „Gedinge und Pacta", also Monopolverträge mit den Käufern aufzurichten. Anderseits stand es natürlich den Kaufleuten frei, auf solche Verträge alleiniger Beheferung einzugehen. Entgegenstehende Erlasse oder Bestimmungen der Gesetzgebung, wie sie etwa in Unkenntnis des kaiserlichen Willens durch irgend jemanden verordnet wären oder würden, sollten durch kaiserliche Machtvollkommenheit entwertet sein.

Die Bedeutung dieses hochwichtigen kaiserlichen Erlasses ist in der zweiten Auflage meiner „Studien zur Geschichte kapitalistischer Organisationsformen" (II. Buch: Kirche, Staat und Frühkapitalismus) eingehend gewürdigt worden. Hier soll nur betont werden, daß dieser Erlaß mit seiner ethischen und wirtschaftlichen Rettung der Erzgroßhandelsmonopole in erster Linie — neben den Höchstettern — die Fugger im Auge hatte. Durch das Mandat sollten besonders die Tiroler Kupfermonopolisierungsbestrebungen Jacobs geschützt und vor einer antimonopolistischen Reichsgesetzgebung für die Vergangenheit und die Zukunft gesichert werden.

Der Nachweis für die Harmlosigkeit seiner Kupferpreis-Politik dürfte Jacob Fugger allerdings schwer geworden sein, verpflichtete ihn doch zum Beispiel das oben erwähnte Kartell von 1515 während der Vertragsdauer kein ungarisches Kupfer nach Oberdeutschland oder Italien zu führen, es vielmehr bei Strafe der Beschlagnahme

Digitized by Google

in den Niederlanden abzusetzen. Selbstverständlich war mit dieser Verabredung bezweckt, den Preis des Tiroler Kupfers, auf den das ungarische Erzeugnis von jeher niederdrückend gewirkt hatte, in die Höhe zu treiben. Und gerade das waren ja im Sinne der allgemeinen gesellschaftlichen Anschauungen der Zeit und im Sinne auch der Reichstagsbeschlüsse „unziemliche und sträfliche" Teuerungsversuche.

Bei dem starken Auseinandergehen der wirtschaftsethischen Anschauungen des Reichstags und der öffentlichen Meinung einerseits und des von der Finanzkraft der Kaufleute abhängigen Kaisers und seiner Räte anderseits versteht man es, weshalb sich Jacob Fugger nicht mit dem Erlaß vom 13. Mai 1525 begnügte. Die damals besonders gefährlichen politischen Verhältnisse in Ungarn und Tirol ließen schon einen besonderen persönlichen kaiserlichen Schutzbrief angebracht erscheinen. Mehr als einmal ist in der sozialen Bewegung, die im Jahre 1525 Tirol im Gefolge der Bauernkriege erschütterte, ist auch in der nationalen magyarischen Erhebung, die der Fuggerschen Handelskompagnie bedeutende Verluste in ihrer Ofener Faktorei brachte und die das Ende der Fuggerschen Tätigkeit in Ungarn zu bedeuten schien, das Beweismittel der „wucherischen Monopole" gegen Jacob und seine Unternehmungen gebraucht worden. In solchen Zeiten der Bedrängnis war es gut, mit kaiserlichen Schutzurkunden reichlich versehen zu sein. Versagten sie auch in dem Augenblick, wo revolutionäre Gewalten die Herrschaft an sich rissen, so leisteten sie doch gute Dienste, wenn die Schadensersatzansprüche bei dem Landesherrn angemeldet werden sollten.

Mit dem größten Schmerz hat Jacob Fugger in seinem Todesjahr den stolzen und gewinnbringenden Geschäftsbau der Fugger-Thurzo-Gesellschaft in Ungarn im allgemeinen und der Fuggerschen Handelskompagnie in Ofen im besonderen einstürzen sehen. Unerwartet kam das allerdings dem weitsichtigen Kaufmann nicht. Schon in die letzten Jahre der Tätigkeit Jacob Fuggers ragen schwere Sorgen um das ungarische Unternehmen. In dem ersten Testament des großen Kaufmanns vom Jahre 1521 sind bereits Rückendeckungen für den Bestand der Fuggerschen Kompagnie vorgesehen, falls in Ungarn festgelegte Kapitalien, die „des Türken halber" und aus anderen Gründen „in großer Gefährlichkeit stehen", verloren gehen sollten.

Stärker noch als die Türken haben die „anderen Dinge", von denen hier Jacob spricht, das Fugger-Thurzosche Unternehmen gefährdet und schließlich einer schweren Krisis zugeführt. Die innerpolitischen Kämpfe der verschiedenen Thronanwärter und ihrer Parteigänger nährten die nationale Eifersucht der Magyaren, die dem ausländischen Kaufmann die Gewinne nicht gönnten, die er in dem metallreichen Lande machte. Was die Fugger-Thurzo-Gesellschaft dem

Digitized by Google

Königreich durch Verbesserung der Verkehrswege, durch Vermehrung der Einkünfte der Regierung, durch Hebung der Wirtschaft, durch eine nur dem Weltkaufmann Jacob Fugger in ganz großzügiger Weise mögliche Verbindung der ungarischen Bergwerkswirtschaft mit dem Weltmarkt und durch anderes nutzte, davon sprachen die ungarischen Nationalisten nicht. Man sah nur die Schattenseiten der Fuggerschen Wirtschaftsmacht in Ungarn und übertrieb sie.

Viel zu wenig hatten allerdings auch die Thurzo selbst die Mißstimmung der Ungarn gegen die Fugger-Thurzo-Gesellschaft zu unterdrücken gewußt. So stand das ganze Land gegen die Fugger und Thurzo. Besonders beim niederen Adel, den man nicht in derselben Weise wie den hohen mit Geschenken hatte gewinnen können, lag die Führung der nationalen Gegnerschaft. Von hier aus begann denn auch im Jahre 1525 die Plünderung der Ofener Faktorei der Fuggerschen Handelskompagnie und teilweise auch der Neusohler Faktorei der Fugger-Thurzoschen Gesellschaft. Der König des Landes, Ludwig, machte, wie das in der Wirtschaftsgeschichte seit dem Untergang der Templer und seit dem Prozeß Jacques Coeurs üblich war, das beste Geschäft bei dem Sturz der allzu mächtig gewordenen Geschäftsmänner. Er zwang die deutschen Angestellten der Fuggerschen Handelskompagnie zu einem Pakt, in dem alle Schulden des Königs als getilgt erklärt wurden. Damit nicht genug, mußten die Fugger-Thurzoschen Vertreter auf jeden Schadenersatz für die Plünderung in Ofen und Neusohl und ebenso auf die Bergwerke in Neusohl mitsamt der maschinellen und sonstigen Einrichtung verzichten. Weiterhin sollte die Gesellschaft dem König 200 000 Goldgulden entrichten, von denen 125 000 sofort zur Auszahlung gelangten.

Ingrimmig sann Jacob Fugger in Augsburg auf Rache und Entschädigung. Was war zu tun? Mit Gewalt war ebenso wenig etwas zu erreichen wie auf dem Rechtswege. Jacob konnte nicht einmal im Namen der Fugger-Thurzo den erpreßten Pakt als null und nichtig erklären. Ludwig hatte auch die übrigen ungarischen Güter der Gesellschaft beschlagnahmt, bzw. im Gebiet seines Oheims Sigmund von Polen beschlagnahmen lassen. Verwarf Jacob den Pakt sofort und öffentlich, so mußte er weitere Verluste gewärtigen. So blieb allein der eine, allerdings Jacob Fugger wie keinem anderen offene Weg durch hochmögende fürstliche Geschäftsfreunde bis hinauf zu Kaiser und Papst einen Druck auf König Ludwig von Ungarn ausüben zu lassen. Mit gewohnter Energie und Eile ist Jacob bis in die letzten Wochen seines arbeitsreichen Lebens hinein diesen Weg der Unterhandlungen, der Bitten, der Drohungen, der Geschenke und Bestechungen gegangen. Am stärksten setzte sich der Kaiser für ihn ein, indem er den König von Ungarn wissen ließ, er werde, falls der Fugger offiziell Klage führe, das ganze

Digitized by Google

Anton Fugger
1493 bis 1560

Seit 1525 der Nachfolger Jacob Fugger des Reichen in der Leitung der Firma Fugger

(Nach einem Gemälde von Hans Maler zu Schwaz)

Reich gegen Ungarn in Bewegung bringen. Bei dieser energischen Sprache des Kaisers bedeutete es sicherlich auch keine leere Drohung, wenn der große Augsburger Kaufmann den Boykott des ungarischen Kupfers in ganz Deutschland in Aussicht stellte, falls Ludwig nicht nachgebe.

Jacob Fugger hat es noch erlebt, daß die Sonne des Fuggerschen Glücks wieder leise durch die düsteren Wolken des Ostens zu brechen begann. Schon erkannte Ludwig von Ungarn, daß ohne die Fugger den Bergwerken seines Landes die höchstmögliche Ergiebigkeit versagt bleiben würde. Schon bot er ihre Pacht von neuem Jacob Fugger an. Wenn auch erst dessen Neffen nach dem Tode ihres großen Oheims die Unterhandlungen zum Abschluß brachten, so hat doch Jacob noch die neue Epoche der Fuggerschen Tätigkeit in Ungarn durch die energievolle Ruhe und Geschicklichkeit seiner Politik angebahnt, jene Epoche, die von 1526 bis 1548 lief, und die unter Ausschaltung der Thurzo der Fuggerschen Kompagnie das Feld in Ungarn allein überlassen sah.

Digitized by Google

3. Die Entstehung eines modernen europäischen Lohnarbeitertums in der spätmittelalterlichen Montanindustrie. Die Entstehung frühkapitalistischer Organisationsformen dort

Die Geschichte der deutschen Montanindustrie des Mittelalters und der beginnenden Neuzeit gehört zu den interessantesten Kapiteln der Weltwirtschaftsgeschichte. Nicht nur deshalb, weil — wie wir im vorausgehenden sahen — sich ganz bedeutende Unternehmerpersönlichkeiten hier betätigen und voll entwickeln konnten, sondern auch aus folgendem Grunde: Nirgends mehr als im Bergbau und Erzhandel wurde im Verlaufe des endenden Mittelalters und der beginnenden Neuzeit auch die innere Struktur der Wirtschaft einer tiefgehenden und charakteristischen Umgestaltung entgegengeführt. In keinem anderen Wirtschaftszweige ist das Eindringen des Frühkapitalismus so rasch und so tiefgreifend vor sich gegangen wie gerade in den genannten Industriezweigen. Schon im Verlaufe des Mittelalters hatte sich aus der älteren Produktivgenossenschaft, in der alle Teilnehmer auch selbst am Berge mitarbeiteten, die spezifisch kapitalistische Gewerkschaft entwickelt. Arbeit und Kapital hatten sich getrennt, befanden sich in verschiedenen Händen. Als der Bergbau im heiligen römischen Reiche deutscher Nation und in den von deutschen Kaufleuten wirtschaftlich beherrschten Ländern im 15. Jahrhundert seinen großen Aufschwung nahm, war überall die Unternehmungsform der kapitalistischen Gewerkschaft mit dem Kux als Inhaberpapier und mit einer starken Spekulationsbewegung schon völlig ausgebildet und durchaus die vorherrschende Wirtschaftsform im Bergbau. Mit Recht ist von den besten Kennern der Wirtschaftsstruktur des europäischen Bergbaus im Zeitalter des Frühkapitalismus die Vorstellung zurückgewiesen worden, als ob sich der spezifisch kapitalistische Betrieb während des 15. Jahrhunderts noch in einem Übergangsstadium aus der Periode der Arbeitsgenossenschaft befunden hätte.

Die Umwandlung der handwerksmäßigen Organisation des Gewerbes in eine kapitalistische, die sich im Bergbau und Hüttenbetriebe früher durchsetzte als irgendwo anders im Gebiete deutscher gewerblicher Produktion, hat beizeiten in den Zentren der Montanindustrie die Begleiterscheinungen des modernen Kapitalismus geweckt. So entstand in dem Mittelpunkt des Montangewerbes früh ein Lohnarbeitertum, dessen unterste Stufe sich kaum von demjenigen des 18. bis 20. Jahrhunderts unterscheidet. Der Ausdruck „Arbeiter" in seinem besonderen heutigen Sinne taucht im Umkreis der Montanindustrie des Mittelalters zuerst auf, um seitdem als Klassenbezeichnung für den besitzlosen Lohnarbeiter der kapitalistischen Industrie in der Sozial-

Digitized by Google

geschichte beibehalten zu werden. Und mit dem Namen ward damals schon die Sache geboren: eine neue soziale Schicht von ihrem Wochenlohn lebender, besitzloser Lohnarbeiter, wie sie in der Menge und charakteristischen Eigenart noch nicht vorhanden war, taucht vor unseren Blicken auf. Wir hören von vergleichsweise bedeutenden Arbeitermassen, die sich in den Bergwerksbezirken im allgemeinen und in einzelnen, besonders rentablen Grubengebieten im besonderen zusammenballten. Das gilt etwa von den sächsischen, böhmischen, ungarischen, namentlich aber von den Tiroler Gebieten. Allein am Falkenstein (Schwaz), dem bedeutendsten Tiroler Bergwerk, waren Mitte des 16. Jahrhunderts weit über 7000 Knappen beschäftigt. Um dieselbe Zeit dürfte der Knappenstand aller Schwazer Baue mit 12 000 Mann zu beziffern sein. Zu diesen „gelernten" Arbeitern kommen aber nun noch die „ungelernten". So waren im Jahre 1532 beim Falkensteiner Tiefbau täglich 500 bis 600 Arbeiter allein damit beschäftigt, Wasserhebung aus dem Bergwerk vorzunehmen. Welch ein Menschengewimmel in den Bergwerks- und Hüttenbetrieben vielfach schon herrschte und welche Menschenzusammenballungen dort vorkamen, erkennt man ausgezeichnet aus einer der künstlerisch wertvollsten Darstellungen des alten deutschen Bergbaus, aus dem Titelblatt des berühmten Kuttenberger Kanzionale, das auch diesem Heft als Titelblatt vorangesetzt ist.

Die Arbeitermassen, die so in einzelnen bevorzugten Bergwerks- und Hüttenunternehmungen erschienen, haben nun schon früh wichtige Eigenarten des modernen Lohnarbeitertums ausgebildet. Sie haben schon die Mehrzahl der entscheidenden Charakteristika des modernen Arbeitertums an sich, z. B. die Unsicherheit ihrer Arbeit und ihrer Existenz infolge nicht selten auftretender Konjunkturschwankungen oder widriger Naturereignisse. Eine Grube ersäuft oder Feuer zerstört das mühsam geschaffene Werk der Schächte. Ein Bau erscheint nicht mehr rentabel. Hunderte verlieren Arbeit und Brot.

Da ist schon die Nomadenhaftigkeit. Wenn die unterste, aber breiteste Schicht des modernen Lohnarbeitertums des 19. Jahrhunderts in besonderer Weise dadurch charakterisiert wird, daß ihm die Seßhaftigkeit des mittelalterlichen Bauern und Bürgers fehlt, daß es von Ort zu Ort, von Land zu Land zieht, wohin es die Nachfrage, wohin es der Arbeiter heischende Kapitalismus ruft, so hat auch hier das 19. Jahrhundert nur etwas vergrößert, verdeutlicht und intensiviert, was wir im Keime schon im Leben des Bergarbeiters des 15. und 16. Jahrhunderts finden. Es gibt kaum ein europäisches Land im 14., 15. und 16. Jahrhundert, das nicht deutsche Bergarbeiter, gerufen von den Regierungen oder von dem Unternehmertum, in größerer Anzahl sah. So ließen sich — um nur ein paar

Digitized by Google

wenige Beispiele zu nennen — deutsche Bergknappen zur Aufbesserung des Betriebs der Bergwerke der spanischen Provinz Galicien anwerben. Schon im Jahre 1364 ließen sich Kuttenberger Bergleute vom Dogen von Venedig für die Minen auf der Insel Kreta verpflichten. Im Jahre 1528 konnte der Augsburger Kapitalist Joachim Höchstetter, dem der König von England die Aufgabe einer großzügigen Entwicklung der englischen und irischen Minen zugedacht hatte, sich erbieten, die von ihm entdeckten Bergwerke mit sechs anderen deutschen Unternehmern und 1000 Arbeitern auszubauen. Aus dem großartigen Plan wurde nichts, da die Höchstetter infolge des Scheiterns einer ganz gewaltigen Quecksilberspekulation Bankrott ansagen mußten. Auch später noch zog die englische Regierung deutsche Kapitalien, deutsche Unternehmer und Techniker, deutsche Bergarbeiter ins Land, um den englischen Bergbau zu fördern. Dasselbe Bild in Frankreich. Auch in den französischen Minen sind vielfach Deutsche als Bergarbeiter und Bergingenieure beschäftigt. Ja, als man in den Bergen der amerikanischen Kolonien Spaniens Edelmetalle fand, und Krone und Kapital dadurch zum Bergbau angeregt wurden, da fanden sich in Joachimsthal und Schwaz usw. Bergleute, die dem Rufe der Unternehmer auch über das Weltmeer folgten. Mehr als 50 Knappen warb allein die Firma Welser für Westindien an.

Mit der Massenhaftigkeit und der „Unseßhaftigkeit" der Bergarbeiter des 15. und 16. Jahrhunderts tritt auch das Problem der Wohnungsnot bereits in den Kreis der sozialpsychologischen Geschichtsbetrachtung. Erst eine eingehende Erforschung der sozialen Lage der Bergarbeiterschaft im Zeitalter des Frühkapitalismus, die vielfach auf noch ungedrucktem Quellenmaterial zu beruhen hat, wird uns die vielerlei Fragen nach den Wohnungsverhältnissen des damaligen Industriearbeiters beantworten können. Auch die Frage, inwieweit das Elend der Frauen- und Kinderarbeit schon in der Montanindustrie und den damit zusammenhängenden Industrien um sich gegriffen hatte, wird dabei näher zu erforschen sein. Zweifellos waren beide Übel schon vorhanden. Was die Kinderarbeit im Bergbau angeht, so wird man an die schlimmsten Zustände etwa in der englischen Industrie zu Anfang des 19. Jahrhunderts erinnert, wenn man Schilderungen des 16. Jahrhunderts wie folgt liest: „Knaben im zarten Alter von 10 bis 12 Jahren müssen als „Kläuberbuben" schon zur Tagarbeit heran, um Erze zu sortieren. Waren sie soweit erstarkt, um mit beladener Bergtrube laufen zu können, dann traten sie in den Dienst als „Trubenlaufer oder Hundzieher". Erst nach Ablauf dieser Bubendienste wurden sie Hauer. In der Hüttenindustrie begann mancher Junge zuerst als Kohlenbrenner und Holzknecht seine harte Lehrzeit, um dann bei günstigem Geschick beim eigentlichen Schmelzprozeß Verwendung zu finden.

Digitized by Google

Die Beispiele würden sich leicht mehren lassen, hier muß ich dazu übergehen, auf einige andere, besonders augenfällige Erscheinungen in der Sozialgeschichte der Bergarbeiterschaft des ausgehenden Mittelalters und der beginnenden Neuzeit aufmerksam zu machen, die deutliche Analogien zur späteren hochkapitalistischen Entwicklung des 19. und 20. Jahrhunderts bieten. Da gilt es zunächst auf das Trucksystem hinzuweisen! Ein echtes Kind der frühkapitalistischen Montanindustrie, ist es zuerst als eine Wohltat für die Arbeiterschaft entstanden. Es war für die oft sehr zahlreiche Bergarbeiterschaft unmöglich, genügende Nahrung und Kleidung usw. in der näheren Umgebung ihrer Arbeitsstätte zu bekommen. Oft lagen ja auch die Gruben fern von jeder sonstigen Ansiedelung. Da war es gut, wenn die Bergarbeiter ihren Lohn nicht lediglich in Bargeld, sondern teilweise in Korn oder Mehl, Schmalz, Tuch oder sonstigen unentbehrlichen Bedürfnissen erhielten. Aber bald wußten manche Unternehmer diese „Pfennwertshandlung" dazu zu benutzen, um sich zu bereichern. Dagegen erhob sich vielerorts ein Kampf der Bergarbeiter, der, unterstützt von den Regierungen und oft von den Bürgern der den Bergwerken benachbarten Städte, zumeist von Erfolg gekrönt war. Vielfach gingen mit den Beschwerden über die Auswüchse des Trucksystems Klagen über allzu lange Arbeitszeit und besonders Lohnstreitigkeiten Hand in Hand. Oft kamen diese aber auch gesondert vor und waren vielfach mit heftigen Streiks verbunden. Besonders in Böhmen, in Tirol und in Ungarn suchte die Bergarbeiterschaft öfters durch streiken ihre Arbeitsbedingungen zu verbessern. In Tirol verbanden sich dabei in den Bauernkriegen des 16. Jahrhunderts Bergarbeiter und Bauern nicht selten zu gemeinsamer Unterstützung. Demgegenüber kam es in dieser Zeit auch schon zu einer Art Antistreikverbänden von Unternehmern, zum Ausschluß von Agitatoren durch Führung von schwarzen Listen usw.

Aber nicht nur soziale Probleme des modernen Kapitalismus begegnen uns in großer Anzahl bereits in der Geschichte der Montanindustrie des ausgehenden Mittelalters. Interessant ist es auch, zu beobachten, wie sich gerade auf diesem Gebiete schon viele von jenen wirtschafts- und betriebsorganisatorischen Umbildungen zeigen, die später, besonders im 19. und 20. Jahrhundert, ihre bisher höchste Ausbildung erfahren haben. Erst innerhalb der Montanindustrie der allerletzten Zeit des Mittelalters sind wirkliche, zusammengeschlossene kapitalistische Großbetriebe in größerer Anzahl entstanden. Hatten bis dahin die großen Kaufleute die gewerbliche Erzeugung in manchen Gewerbszweigen mit Hilfe des Verlagssystems schon mittelbar geleitet, so schufen sie sich jetzt selbst eigene montanindustrielle Großbetriebe und wurden außer Kaufleuten auch unmittelbar gewerbliche Erzeuger. Die Hütten- und Hammerwerke, die vereinigten Hütten-

Digitized by Google

und Bergwerksbetriebe süd- und mitteldeutscher Unternehmer des beginnenden 16. Jahrhunderts in den Alpenländern, in Sachsen, Böhmen, Thüringen, Ungarn, Spanien usw., das alles waren zusammengedrängte, oft ungeheuer schnell wachsende Großbetriebe, in denen sich Erzeugung und Handel zu modernen, bis dahin nicht gekannten großen Unternehmungen vereinigten. Oft treten die Leiter solcher montanindustrieller Wirtschaftsgebilde in Fusionen, in Konsortien, in Syndikaten und Kartellen und in anderen modernen, kapitalistischen Organisationsformen schon Ende des Mittelalters miteinander in Verbindung. Auch die Technik erfuhr damals von diesen Großbetrieben her eine starke Förderung, wie umgekehrt gerade der technische Fortschritt neue, weite Gebiete eroberte, auf denen sich nur das Großkapital und dieses oft nur im gesellschaftlichen Zusammengehen betätigen konnte. Ganz wie im 19. Jahrhunderf! In diesem gesellschaftlichen Zusammenwirken des Kapitals gerade auf dem Gebiet der Hüttenindustrie erscheinen bereits am Ausgang des Mittelalters Keime der modernen Aktiengesellschaften als einer neuen Form der Kapitalzusammenfassung und damit der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Kapitals. Auch die heute bedeutungsvollste Art der Spekulation, das moderne Börsenspiel in Wertpapieren, findet gerade in dem flotten und spekulativen Kuxhandel des endenden 15. und beginnenden 16. Jahrhunderts einen frühen Vorläufer.

So sind - - um zusammenzufassen — eine große Anzahl der Begleiterscheinungen des modernen Kapitalismus in den Zentren der Montanindustrie am Ausgang des Mittelalters bereits im Keime vorhanden. Viele der wirtschaftsorganisatorischen und sozialen Probleme des viel später erst entstehenden Hochkapitalismus sind im deutschen Montangewerbe des endenden 15. und beginnenden 16. Jahrhunderts schon vorgebildet. Die Zustände in der Berg- und Hüttenindustrie dieser Zeit lassen dem beobachtenden Historiker diese Welt oft wie ein kleines, verschleiertes Vorbild, wie einen Mikrokosmos erscheinen, in dem das Meiste desjenigen bereits im kleinen lebend erscheint, was dann später, größtenteils erst in dem hochkapitalistischen Makrokosmos des 19. und 20. Jahrhunderts, seine völlige Ausbildung und wirtschaftliche und geschichtliche Auswirkung erfährt.

Friedrich Vieweg & Sohn GmbH, Berlin S 14.

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,50 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

Neue Preise:

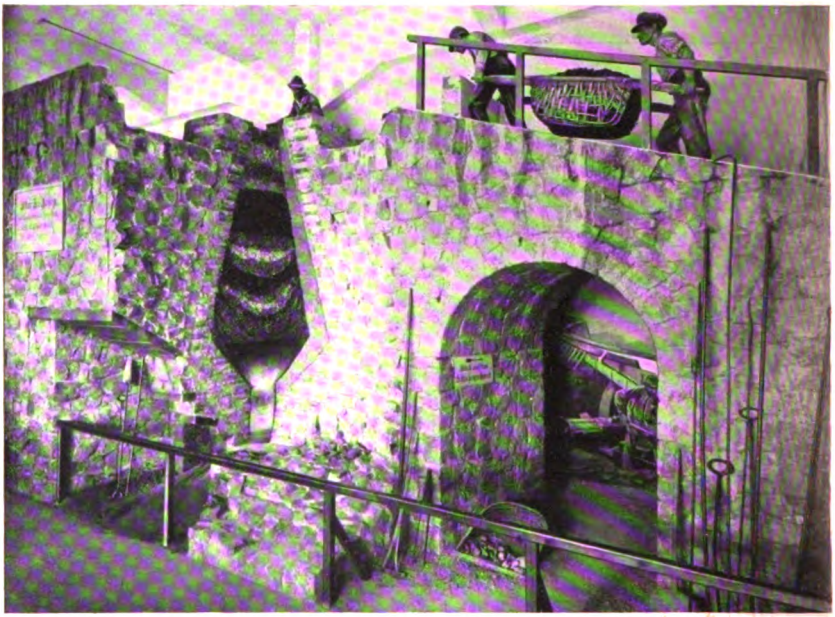
Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 5.40 (für VDI-Mitglieder RM 4.85), ohne Einbanddecke RM 4.50 (für VDI-Mitglieder RM 4.05). Einzelhefte sind zum Preise von je RM 0.90 (für VDI-Mitglieder RM 0.80) erhältlich. Die Einbanddecke kostet RM 1.50 (für VDI-Mitglieder RM 1.35).

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist die Lieferung der einzelnen Hefte in den Mitgliedbeitrag eingeschlossen.

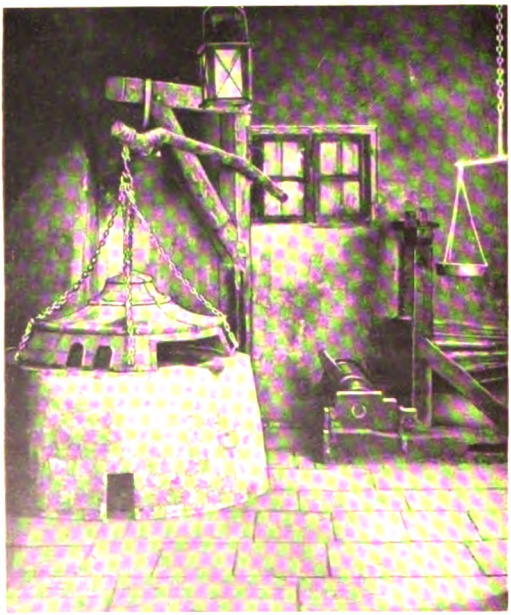
Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW7

Digitized by Google



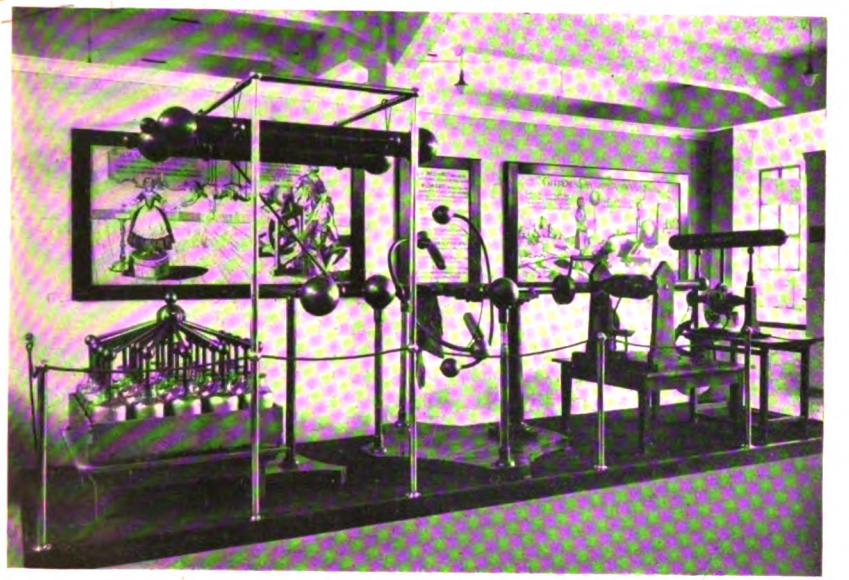
Alter Hochofen um 1810, nach Siegerländer Vorbild



Hüttentechnik zur Zeit Agricolas

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE



Faraday und Maxwell

von Emil Cohn

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7 · 1932

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule. München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung. Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10 7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	10 7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10 6

Die Bibliothek ist wegen Ausbau z. Zt. geschlossen

Eintrittspreis: 50 Pfennig, für Jugendliche 25 Pfennig

Führungen an allen Werktagen

Buchhandlung, Lesesaal und Restaurationsräume im Museum

Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 Telephonnummer 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt eine von Ohm um 1830 benutzte Elektrisiermaschine mit Flaschenbatterie, rechts die Abbildung einer Elektrisiermaschine von Otto von Guericke von 1663

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JAHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 1

FARADAY UND MAXWELL

VON

EMIL COHN

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Faraday und Maxwell

Von Emil Cohn

Das Jahr 1931 brachte der Physik zwei Gedenktage: zum hundertsten Male jährte sich Maxwells Geburt und Faradays größte Entdeckung. Das gemeinsame Heimatland beider Männer hat sie voll Stolz gefeiert. Ihre geistige Heimat aber ist überall, wo naturwissenschaftliche Erkenntnis einen Lebenswert bedeutet. Sie ehren zu dürfen, ist auch dem Deutschen Museum Freude und Ehre.

Einen Großen im Reich des Geistes feiern, kann nur bedeuten: zeigen, wer er war und was er der Welt gegeben hat. Dies sei in bescheidenem Rahmen auf den folgenden Blättern versucht.

Michael Faraday wurde am 22. September 1791 in einem Vorort von London geboren als Sohn eines Grobschmieds. Er wuchs in Armut auf. Mit dreizehn Jahren kommt er in die Lehre zu einem Buch- und Schreibwarenhändler. Der benutzt ihn ein Jahr lang als Laufburschen. Dann darf er Bücher binden und verkaufen. Das tut er sieben Jahre lang. Aber er liest auch. Er liest u. a. „Unterhaltungen über Chemie" und die Aufsätze über Elektrizität in der Encyclopaedia Britannica. Und sogleich beginnt er auch, auf beiden Gebieten Versuche anzustellen, soweit das mit dem Aufwand von wenigen Pence in der Woche möglich ist. Er erhält Gelegenheit, einige naturwissenschaftliche Vorträge zu hören. Unter diesen sind, gegen das Ende seiner Lehrzeit, vier Vorträge von Sir Humphry Davy, dem berühmten Chemiker. Die arbeitet er aus und sendet die Niederschrift an Davy mit der Bitte, ihm auf den Weg zu helfen aus den Niederungen des Handels zu den reinen Höhen der Wissenschaft. Davy lächelt über den Enthusiasmus des jungen Menschen, — aber er verschafft ihm die freigewordene Stelle eines Vorlesungsgehilfen in dem von ihm geleiteten Laboratorium der Royal Institution. Entgelt: 25 Shilling die Woche und zwei Zimmer zuhöchst im Hause. Ein halbes Jahr später unternimmt Davy eine Auslandsreise, die ihn während 1½ Jahren durch Frankreich, Italien, die Schweiz, Deutschland führt; er veranlaßt Faraday, ihn als sein Amanuensis zu begleiten. So lernt Faraday eine große Zahl der in der Naturwissenschaft führenden Männer des Kontinents kennen. Er ist in bescheidener Stellung, aber er wird überall bemerkt, und Dumas sagt später: „wir bewunderten Davy, wir liebten Faraday". Mit Davy

Digitized by Google

kehrt Faraday zurück in die Räume der Royal Institution. Diese gelehrte Gesellschaft war und ist eine Heimstätte für naturwissenschaftliche Forschung und für die Verbreitung naturwissenschaftlicher Bildung. Zu einem Vortrag dort aufgefordert zu werden, gilt für eine hohe Ehre nicht nur in England. Diesen Rang verdankt die Gesellschaft einer Reihe bedeutender Forscher, die ihr angehörten, — keinem in solchem Maße wie Faraday, der ihr ein halbes Jahrhundert lang seine Kräfte widmete. — Das Jahr 1821 bringt neben chemischen Arbeiten seinen ersten Erfolg auf physikalischem Gebiet, die Entdeckung der elektromagnetischen Rotationen. In die Jahre 1831 bis 1839 fällt der erste Teil jener Arbeiten, die ihm Unsterblichkeit sichern, der „Experimental-Untersuchungen über Elektrizität". Er umfaßt die Entdeckung der Induktionsströme, die Gesetze der Elektrolyse, die dielektrische Polarisation. Dann sind seine Kräfte erschöpft; er muß sich vier Jahre lang Ruhe gönnen. Es folgen, 1843 beginnend, neue Reihen der „Experimental-Untersuchungen". Sie bringen vor allem die Entdeckung des Diamagnetismus und der magnetischen Drehung der Polarisationsebene. — Inzwischen ist Faraday Direktor des Laboratoriums und Professor an der Royal Institution geworden. Daneben hat er die Stellung eines wissenschaftlichen Beraters für den Leuchtturmdienst angenommen. Auch Vorlesungen an der Militärakademie in Woolwich hat er regelmäßig gehalten. Für das alles bezieht er ein mäßiges, aber für seine Ansprüche mehr als ausreichendes Einkommen. Seine Gutachtertätigkeit, die ihm hohe Einnahmen gebracht hatte, gibt er im Jahr 1831 für immer auf. Und bald darauf zieht er sich auch von aller Geselligkeit, von jeder Teilnahme an den Veranstaltungen wissenschaftlicher Vereinigungen zurück. Alle seine Zeit, alle seine Kräfte gehören seiner Arbeit. — Am 26. August 1867 endet sein Leben.

Im Jahre 1821 hatte er Sarah Barnard geheiratet, mit der er bis zu seinem Tode in glücklichster, wenngleich kinderloser Ehe lebte. Seine Frau gehörte wie er selbst der kleinen Sekte der „Sandemanianer" an. Das ist eine Verbindung strenggläubiger Christen, die, soweit es möglich ist, die Kirche der Apostelzeit unter sich herstellen wollen. Sie verschmähen es, Vermögen anzusammeln; für ihre Armen sorgt die Gemeinschaft. Sie haben keine angestellten Prediger. Die gewählten Ältesten predigen wechselweise. Den Worten dieser einfachen Menschen hört Faraday aufmerksam zu. Wenn die Reihe an ihm ist, spricht er zu ihnen in gläubigem Ernst; nichts verrät den geist- und lebensprühenden Redner des Hörsaals. Forschung und Glaube sind für ihn zwei Welten, die im Verkehr mit der Außenwelt völlig getrennt sind; in seinem Innern aber vereinigen sie sich ohne jeden Widerspruch. Das erscheint bei Faraday nicht als ein Friedensschluß zwischen kämpfenden Gewalten, vielmehr als sein natürliches Erbteil. Ihm war

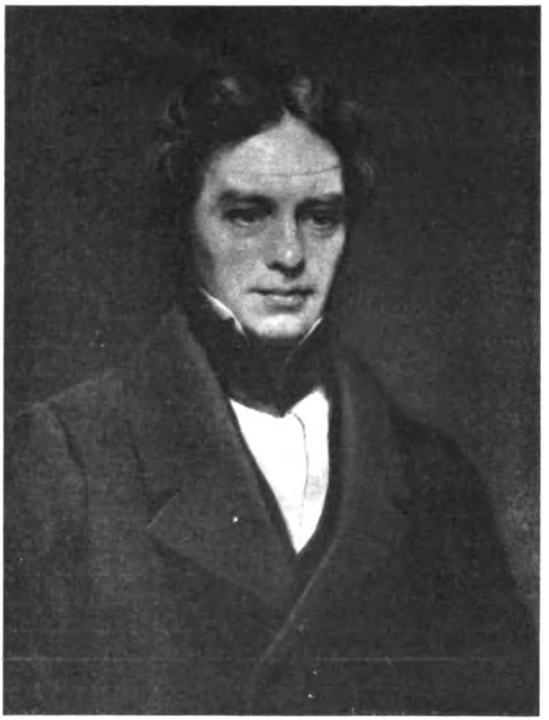
Digitized by Google

gegeben, was Goethes Wort als das schönste Glück des denkenden Menschen preist: das Erforschliche erforscht zu haben und das Unerforschliche ruhig zu verehren.

Faradays Lebenswerk galt der exakten Naturwissenschaft; aber ihm fehlte das wirksamste Handwerkszeug, über das diese verfügt. Er scherzt einmal: seine einzige mathematische Tätigkeit hätte darin bestanden, daß er einmal in seinem Leben die Kurbel einer Rechenmaschine gedreht hätte. Aber in großem Ernst schreibt er an Maxwell: „Können die Schlüsse, zu denen ein Mathematiker bei der Untersuchung physikalischer Vorgänge gelangt ist, nicht in gewöhnlicher Sprache so vollständig, klar und bestimmt ausgedrückt werden, wie in mathematischen Formeln? Wenn ja, wäre es dann nicht eine große Wohltat für unsereinen?" Die Übersetzung der Ergebnisse wünscht er. Für seine Forschung entbehrt er nichts; denn was andere errechnen, das erschaut er. Ein Vergleich sei gestattet. Man kennt das Verfahren der analytischen Geometrie: eine gewisse Art von Flächen habe eine bestimmte Eigenschaft; diese wird durch eine Gleichung zwischen den Koordinaten der Flächenpunkte ausgedrückt; aus ihr wird rechnerisch eine neue Gleichung abgeleitet; diese wird geometrisch gedeutet. Also aus einer geometrischen Voraussetzung eine geometrische Folgerung mittels zweimaliger Übersetzung. Anders verfährt die synthetische Geometrie; sie folgert unmittelbar mittels anschaulicher Konstruktionen. Dem ersten Verfahren entspricht das Vorgehen der schulmäßigen theoretischen Physik; dem zweiten das Vorgehen Faradays.

Der Vergleich hinkt. Was wir als Eigenschaft eines geometrischen Gebildes voraussetzen wollten, war unserm Belieben überlassen; es diente der Definition eben dieses Gebildes. Dem Physiker liefert die Natur die Gegenstände seiner Untersuchungen. Die Beobachtung und das Experiment müssen, und können allein, ihn über ihre Eigenschaften unterrichten. Was wir Naturgesetze nennen, das sind zusammenfassende Aussagen, die mit den Beobachtungen in Übereinstimmung sind. Sie sind notwendig allgemeiner, als die unmittelbaren Ergebnisse der einzelnen Beobachtungen. Die Grundlagen für die Aufstellung von Gesetzen zu liefern, und die Richtigkeit des aufgestellten Gesetzes an neuen Anwendungen zu prüfen, ist die Aufgabe des Experimentators. Das verallgemeinernde Gesetz zu entdecken, Wege zu seiner Prüfung zu finden, ist die Aufgabe des Theoretikers. Verlangt die Tätigkeit des ersten vor allem schärfste Kritik, so ist dem zweiten etwas vom Geist des Künstlers vonnöten. Faraday besaß beides. Indem er experimentiert, schafft er sich Bilder der natürlichen Zusammenhänge; sie sind ihm Wegweiser zu neuen Versuchen. Aber sie sind ihm nie mehr; stets ist er bereit, sie zu verändern, zu verlassen.

Digitized by Google



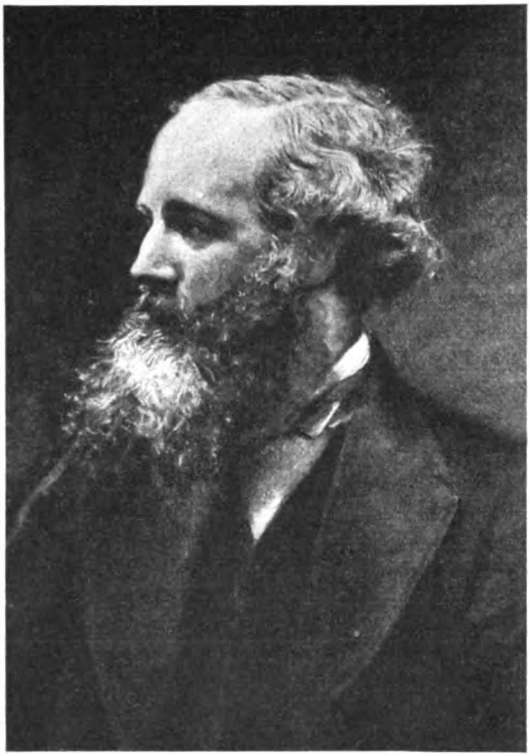
Michael Faraday
geb. 22. September 1791
in Newington Butts
bei London
gest. 26. August 1867
in Hampton Court
bei London

Er beschreibt seine Versuche so genau, daß jeder andere Beobachter imstande ist, seine Angaben nachzuprüfen. Und er macht dabei keinen Unterschied zwischen den Versuchen, die seine Annahmen bestätigen, und denen, die sie als irrig erweisen. Dem Leser seiner Abhandlungen wird nicht das fertige Werk vorgesetzt, auf daß er erstaune und bewundere; er sieht den Meister an der Arbeit, er sieht sein Mühen und Ringen um die Wahrheit, — und er bewundert ihn um so mehr. Scharfer Verstand ist bei ihm mit größter Schlichtheit, die Weisheit der reifen Jahre mit dem Frohsinn eines Knaben gepaart. Als dem Amerikaner Henry ein Versuch gelingt, der ihm selbst nicht geglückt ist, springt er auf und jauchzt: ein Hurrah für das Yankee-Experiment! Und er ist 60 Jahre alt.

Eine Kunst, und eine sehr ernst zu nehmende, ist für Faraday auch der belehrende Vortrag. Schon als Einundzwanzigjähriger hat er,

Digitized by Google

James Clerk Maxwell
geb. 13. Juni 1831
in Edinburg
gest. 5. November 1879
in Cambridge



ein sehr kritischer Hörer, eine Reihe von Regeln dieser Kunst gefunden. Jedem, den es angeht, sei empfohlen, sie in Thompsons Gedenkbuch nachzulesen[1]). Hier soll nur eine Äußerung aus späteren Jahren wiedergegeben werden. Was der Meister des Vortrags bekennt, mag Anderen Trost bringen. So lautet es: Vorträge, die wirklich belehren, werden nie populär sein; Vorträge, die populär sind, werden nie wirklich belehren.

Faraday hat keine Schüler zu Mitarbeitern herangebildet. Sein einziger Gehilfe war der Laboratoriumsdiener Anderson, ein ehemaliger Unteroffizier, und als solcher zu schweigendem Gehorsam erzogen. Das hinderte ihn nicht, gelegentlich von den Vorlesungen zu sagen: „ich mache die Versuche und Faraday die Redensarten dazu“[2]).

[1]) Thompson: M. Faraday. S. 228.
[2]) Tyndall-Helmholtz: Faraday. S. 17.

Digitized by Google

James Clerk Maxwell wurde am 13. Juni 1831 in Edinburg geboren. Sein Vater, der Nachkomme eines Baronet Clerk und in weiblicher Linie eines Lord Maxwell, nahm den Doppelnamen an. Er war in jungen Jahren Mitglied der Edinburger Anwaltschaft, zog sich aber früh auf seine ländliche Besitzung Glenlair im Süden Schottlands zurück. Hier wuchs James auf. Er blieb ohne Geschwister. Im Alter von 8 Jahren verlor er seine Mutter. Der Vater wurde sein guter Kamerad, sein sorgender Freund. Sehr früh tritt die mathematische Begabung des jungen Maxwell hervor: eine geometrische Untersuchung des Fünfzehnjährigen wird in die Berichte der Edinburger Royal Society aufgenommen. Im Alter von 16 bis zu 19 Jahren besucht er die Universität Edinburg. Außer Mathematik, Physik, Chemie beschäftigen ihn philosophische Gegenstände; er liest u. A. Fourier, Newton, Cauchy, und er nimmt sich vor, Kants Kritik der reinen Vernunft deutsch zu lesen [3]). Am Ende dieser Zeit entsteht die Frage, ob er wie sein Vater Anwalt werden, oder in Cambridge seine naturwissenschaftlichen Studien fortsetzen soll. Seine Gesundheit ist zart; der Vater zögert mit seinem Urteil. Die Edinburger Freunde, schon nach Cambridge übergesiedelt, locken. Er entschließt sich, ihnen zu folgen. Nun kommt der Aufstieg vom Studenten zum Dozenten. Mit 24 Jahren beginnt er seine Vorlesungen. Gleichzeitig erscheint seine erste Abhandlung zur Elektrizitätslehre [4]). Im April 1856 verliert er seinen Vater. Zwei Monate vorher war ihm nahegelegt worden, sich um die Professur für theoretische Physik am Marischal College in Aberdeen zu bewerben. Auch in dieser Angelegenheit noch war der Vater der Vertraute und Berater des Sohns gewesen. Maxwell erhält die Professur, die ihm gestattet, lange Freizeiten in Glenlair zu verbringen. Er verwaltet sie vier Jahre lang. In diese Zeit fällt seine Eheschließung. Dann geht das Marischal College ein. Maxwell nimmt die Professur für theoretische Physik am King's College in London an. Hier beschäftigen ihn Untersuchungen über die kinetische Theorie der Gase; hier entstehen vor allem die Arbeiten, die für die Entwicklung der Elektrizitätslehre entscheidend geworden sind. Dann verzichtet er auf sein Amt und verbringt vier Jahre frei von Amtspflichten in Glenlair. Seine Muße fördert das Lehrbuch über Elektrizität und Magnetismus und daneben die von mathematischen Formeln fast freie, aber keineswegs elementare Theorie der Wärme. Beide Werke hat er erst später veröffentlicht. Und nun kehrt Maxwell zurück nach Cambridge als der einhellig erwählte erste Inhaber einer soeben errichteten Professur für Experimentalphysik. Mit seinem Einzug beginnt eine

---

[3] Campbell and Garnett: The life of James Clerk Maxwell. S. 135.

[4] Maxwell: Über Faradays Kraftlinien.

Digitized by Google

neue Blüte der mathematisch-physikalischen Studien an der alten Forschungsstätte. — Er starb, 48 Jahre alt, am 5. November 1879.

Das ist in großen Zügen der äußere Ablauf von Maxwells Leben. Es war das Leben eines Universitätslehrers; seine Aufgabe war, zu forschen und zu unterrichten. Von dem großen Forscher werden wir zu sprechen haben. Zum Lehren trieb ihn innere Neigung. Im persönlichen Verkehr war ihm keine Mühe zu groß, dem Fragenden zur Klarheit zu verhelfen. Auf dem Katheder hat er große Anforderungen an seine Hörer gestellt. Die unaufhörlich zuströmende Fülle der Gedanken hat oft den sprachlichen Ausdruck überholt; um sie im Maß zu halten, bedurfte es des Zwangs der schriftlichen Fassung.

Maxwells Dasein ist von gemeinen Sorgen nicht berührt worden; er durfte es gestalten, wie es seinen Wünschen entsprach. In allem Wechsel seiner Arbeitsstätte blieb seine Heimat der ererbte Landsitz. Dort schaltete er als Herr und als der Betreuer seiner Umgebung. Er stattete Kirche und Pfarrhaus aus; er setzte sich ans Bett der Siechen. Sein kurzes, von Krankheit häufig bedrängtes Leben war von Arbeit erfüllt. Alles in Einem: Er hat in dem Geschenk der Unabhängigkeit die Verpflichtung gesehen, mit seinem Pfunde zu wuchern gleich dem getreuen Knecht.

In Faradays Lebenswerk treten die Experimental-Untersuchungen über Elektrizität beherrschend hervor. In Maxwells Schaffen stellt sich sein Beitrag zur kinetischen Theorie der Gase ebenbürtig neben die Arbeiten, die der Elektrizitätslehre galten. Hier aber soll nur das einen Platz finden, was beide als Baumeister am gleichen Bau zeigt.

Faradays „Experimental-Untersuchungen" füllen drei Bände mit mehr als 1400 Seiten. Wir wollen versuchen, von dem wichtigsten des überreichen Inhalts eine Vorstellung zu geben. An die zeitliche Folge werden wir uns nicht halten.

Zunächst die Elektrolyse. Dieses fand Faraday vor: Man wußte, daß gewisse Flüssigkeiten, wenn ein elektrischer Strom sie durchsetzt, eine chemische Zersetzung erfahren in der Weise, daß der eine Bestandteil an dem einen, der andere an dem andern der beiden „Pole" auftritt, d. h. an den Stellen, wo die metallischen Zuleitungen in die Flüssigkeit eintauchen. Man schrieb dies einer Anziehung der Pole auf je einen der Bestandteile zu. Faraday zeigte zunächst, daß es solcher Pole gar nicht bedarf; die Zersetzung erfolgt auch, wenn die Spitzenentladung einer Elektrisiermaschine die Flüssigkeit durchsetzt. Die Pole sind lediglich die Türen, durch welche bei der üblichen Anordnung der Strom die zersetzbare Substanz betritt und verläßt.

Digitized by Google

Faraday stellt weiter fest, indem er verschiedene „Elektrolyte" hintereinander in denselben Stromkreis einschaltet, daß die ausgeschiedenen Mengen chemisch äquivalent sind. Er zeigt weiter, daß bei gleichbleibender Stromstärke diese Mengen nicht von der Größe und Form der stromzuführenden „Elektroden", nicht von deren Abstand, nicht von der Spannung der stromerzeugenden Anordnung abhängen. Einzig auf den Betrag der hindurchgegangenen Elektrizitätsmenge kommt es an. — Nur eines fehlt jetzt noch an dem gesamten Inhalt des Gesetzes der Elektrolyse, das unter Faradays Namen bekannt ist: der Nachweis, daß die ausgeschiedenen Substanzmengen den Elektrizitätsmengen proportional sind. Da fragt es sich zunächst, wie denn diese Elektrizitätsmengen verglichen werden können. Man denkt wohl zuerst an das Galvanometer, — und tatsächlich hat Faraday neben den chemischen die magnetischen Stromwirkungen beobachtet. Aber diese Beobachtungen haben geringe Überzeugungskraft; hier fehlt es an begrifflicher Klarheit ebenso wie an den experimentellen Hilfsmitteln. Entscheidend ist dieser von Faraday ausgeführte Versuch: ein Strom gabelt sich; in dem ungeteilten Stamm und in jedem der beiden Äste befindet sich je eine Zersetzungszelle. Geometrisch folgt, daß der Hauptstrom gleich der Summe der beiden Teilströme sein muß; der Versuch zeigt, daß für die ausgeschiedenen Mengen in den drei Zellen das gleiche zutrifft[5]). Also, wie es die in Frage stehende Behauptung aussagt: wenn sich die Elektrizitätsmengen addieren, so addieren sich auch die Substanzmengen.

Über dieses „Gesetz der festen elektrochemischen Wirkung" urteilt Faraday selbst[6]): „Ich habe ein aus Versuchen hergeleitetes Gesetz aufgestellt, welches mir für die Elektrizitätslehre überhaupt, und für den Elektrochemie genannten Zweig derselben insbesondere, von der äußersten Wichtigkeit zu sein scheint." Mit- und Nachwelt haben dieses Urteil bestätigt. Das Gesetz gilt nicht bis zur soundsovielten Dezimale, sondern absolut. Es drückt eine Identität aus: Es ist dieselbe Größe — die Umwandlung elektrisch wirksamer „Ionen" in elektrisch neutrale „Atome" —, die man einmal von der Seite der Materie, ein andermal von der Seite der elektrischen Ladung betrachtet, und dementsprechend einmal in Grammäquivalenten, ein andermal in Coulomb mißt. Das Umrechnungsverhältnis, die „Faraday'sche Konstante", konnte ein für allemal bestimmt werden. — Nicht anders verhält es sich mit dem mechanischen Wärmeäquivalent: es existiert als feste Umrechnungszahl zwischen Energiebeträgen, die einmal als Wärmemengen in Kalorien, ein andermal als Arbeitsgrößen in Erg

[5]) Faraday: Experimental researches Nr. 726.

[6]) Wie vorher Nr. 783.

Digitized by Google

gemessen sind. — Die Auffindung einer solchen Identität bedeutet jedesmal eine Epoche in der Geschichte der exakten Wissenschaften.

Weiter. Den Anfang jeder Elektrizitätslehre pflegt das Coulomb'sche Gesetz zu bilden, wie es auch geschichtlich den Anfang aller quantitativen Kenntnisse ausmachte. Danach wirken zwei elektrisch geladene Körper aufeinander mit — je nach den Vorzeichen der Ladungen — anziehenden oder abstoßenden Kräften, die dem Quadrat ihrer Entfernung umgekehrt proportional sind. Das Gesetz konnte zu seiner Zeit und weit darüber hinaus guter Aufnahme gewiß sein; entsprach doch seine Form dem bewährten Newton'schen Gesetz der Massenanziehung. Aber Newton selbst hatte die Annahme einer unmittelbaren Wirkung in die Ferne für „absurd" erklärt; er wollte nur gelten lassen, daß die Himmelskörper sich bewegten, als ob solche Kräfte wirkten. Auch Faraday widerstrebte die Vorstellung, daß A auf B wirken sollte, ohne daß der Raum zwischen A und B in Mitleidenschaft gezogen würde. Und er bewies, daß es bei elektrostatischen Wirkungen wesentlich ist, welches Medium den Zwischenraum zwischen zwei Leitern erfüllt. Wenn dieses „Dielektrikum" ein fester oder flüssiger Isolator war, so zeigte sich das Aufnahmevermögen für Elektrizität bei gleicher Gestalt größer, als wenn es Luft war. Jeder Substanz kommt ein spezifisches Aufnahmevermögen zu[7]). Bekannt war andererseits, daß das Material der Leiter ohne Bedeutung ist, und daß Elektrizität sich stets nur auf ihrer Oberfläche befindet. So sieht denn Faraday den Sitz der Veränderungen, welche die elektrischen Ladungen hervorbringen, in dem Isolator. Ihn durchziehen jetzt „elektrische Kraftlinien", die an den Leiteroberflächen ihr Ende finden. Jeder positiven Elektrizitätsmenge am Ursprung einer Kraftlinie ist so eine negative an ihrer Mündung zugeordnet. Längs den — im allgemeinen krummen — Kraftlinien wirken Zugkräfte. Das Bestehen elektrischer Kraftlinien bedeutet also einen Zwangs- oder Spannungszustand des Isolators. In solchen Zustand gerät auch ein Leiter, sobald er elektrischen Kräften ausgesetzt wird; er unterscheidet sich aber vom Isolator dadurch, daß er — schneller oder langsamer — den Spannungen nachgibt. Ihr Verschwinden bedeutet elektrischen Strom[8]). Die Kräfte zwischen zwei Körpern, die im Coulomb'schen Gesetz als unvermittelte Fernwirkungen auftreten, erscheinen jetzt als Einwirkungen des „elektrischen Feldes", in das beide eingebettet sind, und das seinerseits von den Körpern mit ihren elektrischen Ladungen hervorgerufen wird.

---

[7]) Im Deutschen Dielektrizitätskonstante genannt; so auch im folgenden.

[8]) Faraday: Experimental researches Nr. 1161; bestimmter im Merkbuch; s. Thompson: Michael Faraday. S. 155.

Digitized by Google

Neben das Coulomb'sche Gesetz für Elektrizität stellt sich das Coulomb'sche Gesetz für Magnetismus. Beide haben die gleiche Form; es sind jetzt magnetische Mengen oder Magnetpole, von denen die Kräfte ausgehen und auf die sie wirken. Aber bei den Coulomb'schen Kräften bleibt es nicht. Oersted findet 1820, daß auch ein elektrischer Strom auf Magnetpole wirkt. Dazu gesellt sich die Gegenkraft: ein Magnetpol wirkt auf einen Stromleiter. Und endlich: ein Strom wirkt auf einen Stromleiter. — Wo solche Kräfte wirken, wo also Magnete oder Ströme sich finden, wollen wir von einem „magnetischen Felde" sprechen; Faraday sieht dort einen veränderten Zu-

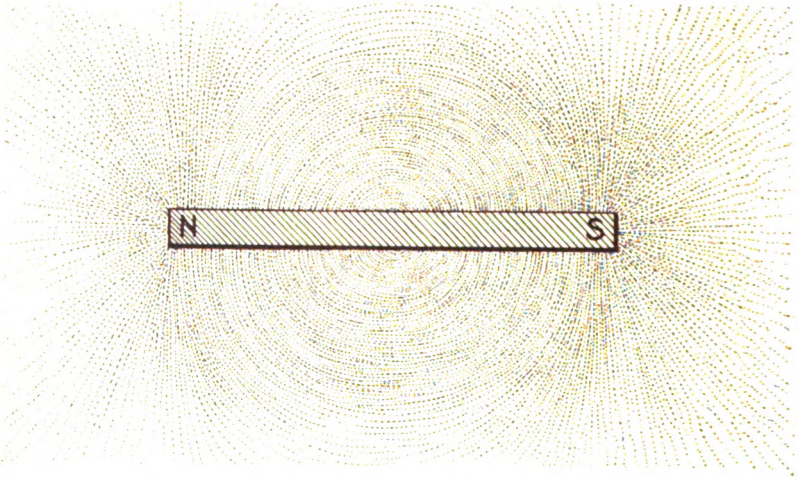


Abb. 1. Kraftlinien eines Stabmagneten. Nach Faraday

stand des Raumes. Er wird ihm dargestellt durch „magnetische Kraftlinien". Ihr Verlauf läßt sich sichtbar machen: Eisenfeilicht auf glatter Unterlage zeichnet sie ab. Eine kleine Magnetnadel stellt sich parallel zu ihnen ein. Als Richtung der Kraftlinie wird diejenige bezeichnet, in die der Nordpol der Nadel weist. Die Drehkraft, die die Nadel zurücktreibt, wenn man sie aus dieser Richtung ablenkt, mißt die Stärke des magnetischen Feldes. Auch diese soll durch das Bild der Kraftlinien zur Anschauung gebracht werden: die Dichtigkeit der Kraftlinien, d. h. die Anzahl von Kraftlinien, welche eine zu ihnen normale Flächeneinheit durchsetzt, soll das Maß der Feldstärke sein. Wie verlaufen die Kraftlinien? Soweit sie von Magneten

Digitized by Google

stammen, führen sie im Außenraum je von einer nordmagnetischen Menge zu einer südmagnetischen. Insbesondere: in der Nähe eines Nordpols, weit entfernt von allen anderen Polen und von allen Strömen, strahlen sie gleichmäßig nach allen Richtungen vom Pol aus, in der Nähe eines Südpols strahlen sie ebenso ein, vgl. Abb. 1. Soweit sie von elektrischen Strömen stammen, umzingeln sie die Ströme, und zwar so, wie eine gewöhnliche, rechtsgewundene Schraube sich in ihrer Mutter dreht, wenn ihre Achse in der Stromrichtung fortrückt[9]), vgl. Abb. 2. Insbesondere: in der Nähe eines geradlinigen stromführenden Leitungsdrahtes, weit entfernt von allen anderen Stromteilen und allen Magneten bilden sie Kreise um die Drahtachse.

Von den magnetischen Kraftlinien handelt die erste und handelt noch die letzte der „Experimental-Untersuchungen". Dieses Bild, das Faraday sich geschaffen hat, müssen wir vor unserm geistigen Auge haben, wenn wir diejenige seiner Entdeckungen in seinem Sinn

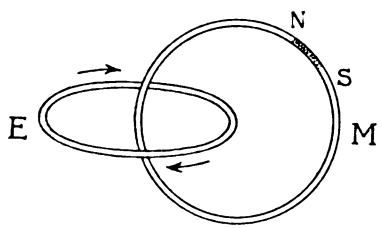


Abb. 2
Eine Kraftlinie eines elektrischen Stroms. Nach Faraday. E „Elektrizität" (Strom), M „Magnetismus" (Kraftlinie), SN „Magnet", dessen Einstellung die Richtung der Kraftlinie angibt

darstellen wollen, die wissenschaftlich wie technisch die größte Bedeutung von allen gewonnen hat.

Es geht um die Induktionsströme. Durch einen elektrischen Strom kann man weiches Eisen in einen Magneten verwandeln; der Magnet besteht, solange der Strom dauert. Das war gefunden worden im Anschluß an Oersteds Entdeckung. Und alsbald beginnt Faraday nach dem Gegenstück zu suchen. „Magnetismus in Elektrizität verwandeln!" heißt es 1822 in seinem Merkbuch[10]). Bis 1831 dauern seine immer wiederholten erfolglosen Angriffe. Dann bringen ihm die Versuche von zehn Herbsttagen den vollkommenen Sieg. Er findet: nicht das unveränderlich dauernde magnetische Feld bringt den Strom hervor, sondern Veränderungen des magnetischen Feldes. Die erste Anordnung, die ihm das zeigt, ist hier nach der

[9]) Diese gegenseitige Zuordnung einer drehenden und einer fortschreitenden Bewegung, die wir noch öfter benutzen werden, soll Rechtsschraubenregel heißen.

[10]) Thompson: Michael Faraday. S. 103.

Digitized by Google

Zeichnung in seinem Merkbuch wiedergegeben, Abb. 3. Die Drahtwindungen A, hintereinander geschaltet, umgeben einen Eisenring; ebenso, von A getrennt, die Windungen B. Die Windungen A können mit einer galvanischen Batterie verbunden werden. An die Windungen B ist ein Galvanometer einfachster Art geschaltet, ein Draht, der oberhalb einer Magnetnadel, der Nadel parallel, hinläuft. Wenn der Stromkreis A geschlossen wird, schlägt die Nadel aus; ebenso, aber nach der entgegengesetzten Richtung, wenn A geöffnet wird; während der Strom dauert, nimmt die Nadel die gleiche Stellung ein, wie bei Abwesenheit des Stromes. — Es folgen Abänderungen des Versuchs: eine stromdurchflossene Spule oder ein Magnet wird der mit dem Galvanometer verbundenen Spule genähert oder von ihr entfernt; jedesmal schlägt die Galvanometernadel aus, um alsbald in ihrer ursprünglichen Lage zur Ruhe zu kommen. Faraday erkennt: in dem zum Galvanometer führenden Draht entsteht ein elektrischer Strom, sobald er magnetische Kraftlinien schneidet. Seine ersten Versuche schließt er an diese Erkenntnis an durch die Vorstellung, daß die Kraftlinien aus dem stromführenden Draht heraustreten, während der Strom entsteht, und sich wieder in ihn zurückziehen, während der Strom verschwindet. Doch er ruft sich selbst zur Ordnung: „wenn dieser Ausdruck erlaubt ist"; denn die Kraftlinien sind „ein bloßer Ausdruck für die Anordnung magnetischer Kräfte" [11]).

Seine nächste Frage gilt der Richtung des induzierten Stroms. Er sagt [12]), die Regel sei „sehr einfach, obgleich ziemlich schwer auszudrücken". Es gibt eine leichter auszudrückende Regel, die sich an eine veränderte, von Hilfsvorstellungen freie und zugleich quantitative Fassung des Induktionsgesetzes anschließt. Auf diese führen Versuche, die Faraday erst 20 Jahre nach der Entdeckung der Induktionsströme angestellt hat [13]). Zu ihnen gehen wir über. Eine Vorbemerkung ist nötig: Das Induktionsgesetz bezieht sich unmittelbar auf die Spannung in dem induzierten Kreis. Beobachtet wird die Stromstärke. Das Verhältnis beider Größen ist durch den Widerstand des Stromkreises gegeben gemäß dem Ohm'schen Gesetz. Dieses Gesetz erwähnt Faraday wohl einmal; aber er stand nicht auf vertrautem Fuß mit ihm.

So liefern ihm also quantitativ vergleichbare Ergebnisse nur die Versuche, die mit dem gleichen Leiterkreis angestellt sind. Er benutzt ein Feld von einfachstem Aufbau: das Feld, das uns die Erde ohne unser Zutun liefert. Die Magnetnadel zeigt, daß es auf weite Strecken von gleicher Richtung und von gleicher Stärke ist. Es wird

[11]) Faraday: Experimental researches Nr. 238.
[12]) Wie vorher Nr. 114.
[13]) Wie vorher 29. Reihe.

Digitized by Google

also dargestellt durch Kraftlinien, die unter sich parallel sind und überall gleich dicht liegen. Es ist in unseren Breiten schräg nach unten gerichtet. In dieses Feld bringt er ein Drahtrechteck, die Fläche normal zum Feld. Wir unterscheiden die beiden Seiten der Fläche: etwa die rote und die grüne. Es liege rot oben; die Kraftlinien laufen dann von rot nach grün durch die Fläche; es seien N an Zahl. Kraftlinien, die in dieser Richtung die Fläche durchsetzen, wollen wir als positiv rechnen, Kraftlinien, die von grün nach rot laufen, als negativ. Nun wird das Rechteck um 180° gedreht um eine in seiner Ebene liegende Achse. Dann haben die beiden Seiten der Fläche ihre Stellung im Raum vertauscht; die Kraftlinien laufen jetzt von grün nach rot; die + N Kraftlinien haben sich in — N Kraftlinien verwandelt; ihre

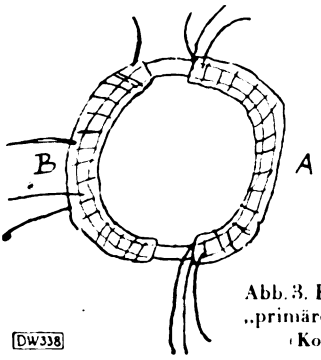


Abb. 3. Faradays erster Induktionsversuch. A die „primären", B die „sekundären" Windungen (Kopie der Originalzeichnung Faradays)

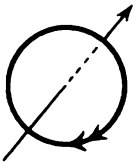


Abb. 4. Einfacher Pfeil: Richtung der Kraftlinien. Doppelpfeil: Richtung des Induktionsstroms, wenn die Kraftlinienzahl abnimmt. — Zuordnung nach der „Rechtsschraubenregel"

Zahl ist um 2 N gesunken. Die Zahl N aber ist der Größe der Fläche proportional. Und nun zeigt sich: wenn in aufeinanderfolgenden Versuchen dem Rechteck, bei gleichbleibender Drahtlänge, verschiedene Formen gegeben werden, so verhalten sich auch die Galvanometerausschläge wie die Flächen. Die Versuche ergeben also: ein Strom entsteht, wenn die Zahl der die Stromkurve durchsetzenden Kraftlinien sich ändert, und die Stärke des Stromstoßes ist proportional der Änderung dieser Zahl; dabei sind Kraftlinien, die in entgegengesetzter Richtung durch die Stromkurve hindurchtreten, mit entgegengesetztem Vorzeichen zu rechnen. Die Richtung des Stromes aber ist so bestimmt: Es möge als positive Durchtrittsrichtung der Kraftlinien die Richtung des einfachen Pfeils in Abb. 4 gewählt sein. Ihr ist durch die Rechtsschraubenregel der durch den Doppelpfeil bezeichnete Umlaufssinn im Stromleiter zugeordnet. Der Induktionsstrom fließt

Digitized by Google

in dieser Richtung, wenn — wie in unserm Fall — die Kraftlinienzahl abnimmt. Nimmt sie zu, so hat der Strom die entgegengesetzte Richtung[14]).

Die vorstehenden Sätze über Stärke und Richtung des Induktionsstromes gelten nun nicht nur für die besprochene Anordnung. Sie bilden vielmehr den allgemeingültigen Ausdruck des Induktionsgesetzes für einen Schließungskreis aus gegebenem Material, mag das Feld wie immer gestaltet sein, — mag der Induktionsstrom auf Bewegungen von Magneten oder Stromleitern, oder mag er auf Änderung von Stromstärken zurückzuführen sein. Auch im zweiten Fall bedarf es keiner Hilfsvorstellungen. Faraday hat den Satz nicht allgemein in dieser Form ausgesprochen; aber seine Form des Gesetzes geht durch eine rein geometrische Betrachtung, die er in dem soeben besprochenen Sonderfall selbst durchführt, in die hier angegebene über.

Faraday war sich der weitreichenden Bedeutung seines Gesetzes voll bewußt. Er spricht nachdrücklich aus, daß der Leitungsdraht der Magnetnadel nicht nur gleichwertig, sondern überlegen ist, wenn es sich darum handelt, ein vorliegendes magnetisches Feld auszumessen. Vor allem: der Untersuchung durch Magnete entzieht sich das Innere fester Körper; der Untersuchung durch den Draht ist es zugänglich. Eine lange zylindrische Stromspule sei von einer Drahtschlinge umgeben. Wenn in die Spule ein elektrischer Strom geleitet wird, entsteht in der Schlinge ein Stromstoß. Wenn der Versuch wiederholt wird, nachdem zuvor ein Eisenzylinder in die Spule gesteckt war, so ist der Induktionsstrom um ein Vielfaches stärker, — zum Beweis dafür, daß die Zahl der Kraftlinien, die die Spule durchsetzen, sich auf das vielfache vermehrt hat. Das war vor Faraday bekannt; denn es ist nur ein anderer Ausdruck für die gleiche Tatsache, wenn man sagt, daß der Eisenstab jetzt zu einem Magneten geworden sei. Nun aber werde der Versuch abgeändert: die Spule soll ein für allemal den Eisenstab enthalten; die Schlinge aber soll sich nicht um die Spule legen, sondern irgendwo in ihrer Nähe so angebracht sein, daß der Induktionsstrom beim Stromschluß äußerst schwach ist. Er wird sofort stärker, wenn man dem Eisenkörper eine Fortsetzung gibt, die durch die Schlinge hindurchreicht, und am stärksten, wenn man ihn in ein ringartiges Gebilde übergehen läßt, das von Spule und Schlinge umgeben ist. Wir sind damit zu Faradays erster Versuchsanordnung zurückgekehrt, vgl. Abb. 3; wir haben sie entstehen lassen. Der

[14]) Würden wir die Wahl der positiven Durchtrittsrichtung anders treffen — was in unserm Belieben steht —, so würden sich Abnahme und Zunahme der Kraftlinienzahl vertauschen, zugleich aber der zugeordnete Umlaufsinn in den entgegengesetzten übergehen. Das Ergebnis würde also ungeändert bleiben, — wie es sein muß.

Digitized by Google

Versuch läßt sich weiter ausbauen: Neben unsrer Drahtschlinge sei eine zweite gleiche zur Verfügung. Es sei ihr ein solcher Platz angewiesen, daß sie einen stärkeren Induktionsstrom erhält, als die erste, solange der Eisenkörper nur die Stromspule erfüllt. Die Rollen vertauschen sich, indem der Eisenkörper so wie angegeben seine Gestalt ändert. Sobald den Kraftlinien ein Weg geschaffen ist, der ganz in Eisen verlaufend durch die erste Schlinge führt, reißt diese so gut wie alle Kraftlinien an sich; die zweite Schlinge wird von Kraftlinien entblößt. Und allgemein zeigt sich: wo den Kraftlinien Wege zur Verfügung stehen, die auch nur zum Teil durch Eisen führen, da bevorzugen sie diese Wege; sie drängen sich im Eisen zusammen. — Was Versuche dieser Art lehren und was die Linien des Eisenfeilichts zeigen.

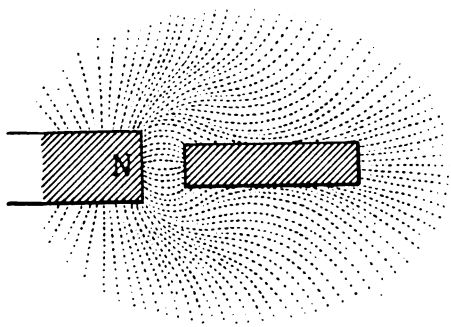


Abb. 5
In der Nähe eines Magneten ein Stück weiches Eisen. Das Eisen entzieht der Luft Kraftlinien. Nach Faraday

Abb. 5, faßt Faraday so zusammen: Eisen besitzt ein „Leitungsvermögen" für magnetische Kraftlinien [15]), das das Leitungsvermögen der Luft und fast aller übrigen Körper um das vielfache übertrifft; nur die nächsten chemischen Verwandten des Eisens stehen ihm auch in dieser Hinsicht nahe. Faraday weist darauf hin, daß in gleicher Weise die Bahnen der elektrischen und der Wärmeströmung durch das entsprechende Leitungsvermögen der Körper bestimmt werden, und unterstützt so weiter die Anschauung vom Verlauf der Kraftlinien. Auch über den Verlauf der von einem Magneten erzeugten Kraftlinien im Innern des Magneten selbst gewinnt Faraday durch die Induktionsströme Aufschluß: sie führen vom Südpol zum Nordpol, und ergänzen so die Kraftlinien des Außenraums zu geschlossenen Bahnen. So gilt also ganz allgemein: alle magnetischen Kraftlinien sind geschlossene Kurven.

[15]) Jetzt allgemein als magnetische Durchlässigkeit bezeichnet; so auch im folgenden.

Digitized by Google

Der Entdeckung der Induktionsströme folgte ihre technische Verwendung auf dem Fuß. Innerhalb weniger Monate entstand die erste „Dynamomaschine", — die magnetelektrische Maschine von Pixii[16]). Faraday hatte diese Entwicklung vorausgesehen[17]). Beteiligt hat er sich nicht an ihr. Es war ihm um neue Erkenntnis zu tun. Die fiel ihm zu, wo die Fachgenossen nur „ungefähre Worte zu stammeln" wußten: Arago hatte gefunden, daß eine unterhalb einer Magnetnadel rotierende Kupferscheibe die Nadel in gleichem Sinn in Bewegung setzte, auch wenn Mitnahme durch Luftströmungen ausgeschlossen war. Das hieß „Rotationsmagnetismus". Faraday gab die Aufklärung: durch die Bewegung gegen das Magnetfeld entstehen in der Scheibe induzierte radiale Ströme, und auf diese, oder vielmehr auf ihren Träger übt das Feld die bekannten Querkräfte aus.

Das Ende des Jahres 1845 bringt Faradays Untersuchungen über „das magnetische Verhalten aller Körper". Sein erster Versuch ist dieser: ein Stäbchen aus „schwerem Glas" (einem Bleiglas) wird zwischen den zugespitzten Polen eines hufeisenförmigen Elektromagneten drehbar aufgehängt. Sobald der Magnet erregt wird, stellt es sich quer zu der Verbindungslinie der Pole, „äquatorial". Wir fügen hier die Ergebnisse späterer Versuche ein: So wie das schwere Glas verhält sich die überwiegende Mehrzahl der Substanzen. Eine kleine Zahl verhält sich wie das Eisen: ein Stäbchen, aus einer solchen Substanz gebildet, stellt sich unter den gleichen Versuchsbedingungen in die Verbindungslinie der Pole, „axial". Die Körper der ersten Gruppe heißen nach Faradays Vorgang diamagnetisch, die der zweiten Gruppe paramagnetisch[18]). Nun ist die Verbindungslinie der Pole eine magnetische Kraftlinie. So findet sich denn immer wieder und bis zur Gegenwart der Satz: paramagnetische Körper stellen sich in die Richtung der Kraftlinien ein, diamagnetische quer zu ihnen. Faraday selbst hat eine solche Irrlehre nicht verkündet. Er hat sofort erkannt, daß sein erster Versuch einen äußerst verwickelten Fall darstellte. Er hat die Versuchsanordnung in jeder Weise abgeändert: die Form des Körpers, die Gestalt des Feldes, die Lage des Körpers im Felde. Sein Ergebnis lautet so[19]): „Das einzig konstant bleibende ist (für seinen diamagnetischen Körper) Übergang von Stellen stärkeren zu

[16]) Sie ist noch heute in Lehrsammlungen vorhanden, und dient wohl auch als ein sehr übersichtliches, wenn auch praktisch höchst unvollkommenes Modell.

[17]) Faraday: Experimental researches Nr. 154.

[18]) Für die Leser der Experimental-Untersuchungen: die zweite Bezeichnung tritt erst in der 25. Reihe, Nr. 2790 auf; vorher lautet die Unterscheidung: diamagnetisch-magnetisch.

[19]) Experimental researches Nr. 2267.

Digitized by Google

Stellen schwächeren Feldes." Den einfachsten Fall bilden ein einzelner Pol und Kugelgestalt des Körpers. Dann wird der Körper von dem Pol fortgetrieben. Aber die Richtung der forttreibenden Kraft ist nicht etwa die Richtung der magnetischen Kraftlinien; sie weist vielmehr nach der Stelle, wo diese Kraftlinien am weitesten auseinandertreten. Nur bei einem punktförmigen Pol würde beides zusammenfallen. — Für einen paramagnetischen Körper gilt durchweg das Entgegengesetzte. Allgemein: Übergang von Stellen schwächeren zu Stellen stärkeren Feldes; im Sonderfall: die Kugel wird zum Pol hingetrieben; die treibende Kraft weist dorthin, wo die Kraftlinien am dichtesten liegen.

Dieser Gegensätzlichkeit der Wirkungen, die die Körper der beiden Gruppen erfahren, entsprechen die gegensätzlichen Veränderungen, die sie hervorbringen. Ein paramagnetischer Körper, in ein

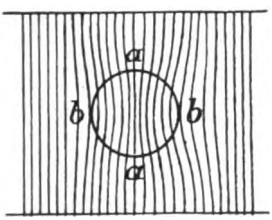


Abb. 6a
Paramagnetischer Körper

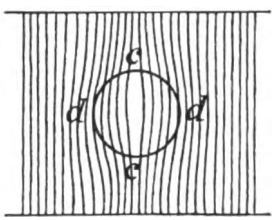


Abb. 6b
Diamagnetischer Körper

Abb. 6a und 6b. Paramagnetischer und diamagnetischer Körper, in ein vorher gleichförmiges Feld gebracht. Nach Faraday

gegebenes magnetisches Feld gebracht, zieht die Kraftlinien des Feldes in sich hinein, ein diamagnetischer drängt sie fort. Die aus den Experimental-Untersuchungen entnommenen Abb. 6a und 6b zeigen dies. Man hat also (vgl. S. 15) den paramagnetischen Körpern eine größere, den diamagnetischen eine kleinere magnetische Durchlässigkeit zuzuschreiben als der Luft. Nach dieser Durchlässigkeit, oder mit gleichem Ergebnis nach der Größe der zuvor besprochenen Kräfte, kann man die Körper in eine Reihe ordnen. Faraday findet aus Kraftmessungen: die am stärksten diamagnetische Substanz ist das Wismuth, am stärksten paramagnetisch sind Eisen, Nickel, Kobalt. Diesen Metallen schließen sich ihre Oxyde und ihre Salze an. Auch die wäßrigen Lösungen der Eisensalze erweisen sich als paramagnetisch, — um so stärker, je konzentrierter die Lösung ist. Es ändert sich kaum etwas Merkliches am Ausfall der Versuche, wenn die umgebende Luft beliebig

Digitized by Google

verdünnt wird. Nun aber wird ein Röhrchen, mit einer paramagnetischen Salzlösung 1 gefüllt, in einer Lösung 2 desselben Salzes aufgehängt [20]). Ist 1 die stärkere Lösung, so verhält sie sich auch jetzt noch wie ein paramagnetischer Körper; ist aber 1 die schwächere Lösung, so verhält sie sich wie ein diamagnetischer Körper. Die Erklärung liegt auf der Hand: die Flüssigkeit in der Röhre tauscht ja jedesmal ihren Platz mit der umgebenden Flüssigkeit, wie sie ihn in den früheren Versuchen mit der Luft tauschte. (Daß auch das Glas der Röhre dies tut, kommt praktisch nicht in Betracht.) Es verhält sich damit, wie mit dem Auftrieb, den schwere Körper durch die umgebende gasförmige oder tropfbare Flüssigkeit erfahren. Ein Unterschied aber besteht. Im Fall der Schwerkraft entscheidet die Differenz der Dichten von Körper und Umgebung; die Dichten bilden eine Reihe, an deren Ende der leere Raum steht. In dem hier vorliegenden Fall entscheidet die Differenz der magnetischen Durchlässigkeiten; der leere Raum aber steht nicht am Ende der Reihe, sondern an der Stelle, wo sich die am schwächsten paramagnetischen von den am schwächsten diamagnetischen Körpern scheiden. Nach der magnetischen Durchlässigkeit beurteilt, ist das Vakuum ein Medium unter unendlich vielen anderen, und alle Körper sind magnetisch von gleicher Art. Faraday verwirft eine solche Auffassung mit Entschiedenheit. Er erklärt: das Vakuum bildet den wirklichen Nullpunkt auch in magnetischer Beziehung; zu beiden Seiten befinden sich Körper von verschiedener Art; Paramagnetismus und Diamagnetismus sind wesensverschieden [21]). Die neuere Entwicklung der Physik hat ihm Recht gegeben.

Unmittelbar vor dem Bericht über „das magnetische Verhalten aller Körper" hatte Faraday der Royal Society eine Abhandlung vorgelegt „über die Magnetisierung des Lichts". Der Inhalt läßt sich in wenigen Sätzen angeben. Ein Strahl polarisierten Lichts durchlaufe ein magnetisches Feld in Richtung der Kraftlinien. Dann wird die Polarisationsebene gedreht. Der Betrag der Drehung ist der durchlaufenen Strecke und der Stärke des Feldes proportional, und hängt in hohem Maß davon ab, in welcher Substanz der Strahl verläuft. Um die Richtung der Drehung festzulegen, denke man sich das magnetische Feld durch eine stromdurchflossene Spule hervorgerufen; dann fällt für die überwiegende Mehrzahl der Körper der Drehsinn der Polarisationsebene mit dem Drehsinn des Stromes zusammen. In jedem Fall aber kehrt er sich um, wenn die Stromrichtung umgekehrt wird, d. h. wenn die Richtung des Magnetfeldes in die entgegengesetzte übergeht. Dadurch unterscheidet sich die magnetische Drehung von der „natürlichen" Drehung, die z. B. eine

[20]) Experimental researches Nr. 2362 ff.

[21]) Experimental researches Nr. 2787 ff.

Digitized by Google

Zuckerlösung zeigt. Der Sinn der natürlichen Drehung wechselt mit der Richtung des Strahls. Wenn also der Lichtstrahl reflektiert wird und seinen Weg noch einmal rückwärts durchläuft, so wird die Drehung aufgehoben, falls es sich um natürliche Drehung handelt, — dagegen verdoppelt, falls es sich um magnetische Drehung handelt. — In Gasen hat Faraday keine Drehung gefunden. Er ist überzeugt, daß sie vorhanden ist und nur für ihn noch nicht wahrnehmbar war[22]). Sie wurde später festgestellt in starken Feldern, wie sie Faraday nicht zu Gebote standen. Als erwiesen aber sieht er an, daß im Vakuum keine Drehung stattfindet, daß also „die magnetischen Kräfte nicht direkt auf den Lichtstrahl wirken, . . . sondern durch Vermittlung der Substanzen, in welcher sie und der Lichtstrahl gleichzeitig vorhanden sind“[23]).

Nach Beziehungen zwischen Elektrizität und Magnetismus einerseits und Licht andrerseits hat Faraday seit frühen Jahren und bis zum Ende seiner Tätigkeit gesucht. Er suchte vergeblich nach der Einwirkung eines elektrostatischen Feldes in immer wiederholten Bemühungen; Kerr fand sie 1875. Er suchte — davon zeugt der letzte Eintrag in seinem Merkbuch — nach einem Einfluß des magnetischen Feldes auf die Wellenlänge des Lichts; Zeeman fand ihn 1897. Die glücklicheren Nachfahren folgten seinen Spuren, und verfügten über bessere Hilfsmittel.

Über die Vorstellungen, die ihn zu erfolgreichen und zu erfolglosen Versuchen führten, geben Faradays Merkbücher Aufschluß. Seine Gedanken aber stießen weiter vor. Das zeigen viele Ausführungen in den Aufsätzen seiner späteren Jahre. Den tiefsten Einblick in seine geistige Werkstatt verdanken wir einem Zufall: er sah sich genötigt einen Vortrag aus dem Stegreif zu halten, und der riß ihn fort[24]). Er fragt nach dem Wesen des Lichts und allgemein der Strahlung. Die herrschende Lehre ist: es sind transversale Schwingungen, die sich im Äther ausbreiten. Die Schwingungen erkennt er an; den Äther „verabschiedet“ er. Für ihn handelt es sich um das Erzittern der Kraftlinien, die Strahlungsquelle und Strahlungsempfänger miteinander verbinden. Er überlegt: welche Art von Kraftlinien können es sein? Schwerkraft und magnetische Kraft stehen zur Wahl. Faraday trifft keine Entscheidung; er erwägt aber, daß das Licht sich mit einer bekannten endlichen Geschwindigkeit ausbreitet, daß „die Geschwindigkeit der Elektrizität“ von ähnlicher Größe ist, und daß über eine etwaige Ausbreitungsdauer der Gravitation nichts bekannt ist. — Eine bestimmte Aussage zu machen, war Maxwell vorbehalten.

[22]) Experimental researches Nr. 2237.
[23]) Experimental researches Nr. 2224.
[24]) Thoughts on ray-vibrations. Experimental researches Bd. 3, S. 447.

Digitized by Google

Die Aussage, von der hier die Rede ist, bildet die Krönung der Maxwell'schen Theorie. Was ist der Inhalt dieser Theorie? Man wird erwarten, ihn in Maxwells Lehrbuch „A treatise on electricity and magnetism" zu finden. Das Buch ist hochberühmt — und wird wenig gelesen. Einst, als es neu war[25]), wurde es von allen, die aus einem verwirrenden Streit der Meinungen den Weg in die Klarheit suchten, mit heißem Bemühen studiert. Sie fühlten, daß hier eine Schatzkammer der Erkenntnis war; aber sie fanden es schwer, zu den Schätzen zu gelangen. Welche Widerstände zu überwinden waren, das mag man bei Heinrich Hertz nachlesen in der einleitenden Übersicht zu seinen „Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft". Diese Schwierigkeiten für das Verständnis haben ihren Grund darin, daß im Lehrbuch sehr ungleichartige Bestandteile vereinigt sind. Will man ihnen entgehen, so muß man den Kern des Buches ins Auge fassen. Maxwell sagt im Vorwort: „Ehe ich das Studium der Elektrizität begann, beschloß ich, keine mathematische Behandlung des Gegenstandes zu lesen, bis ich Faradays Untersuchungen über Elektrizität vollständig gelesen hätte. . . . . Als ich im Studium Faradays fortschritt, bemerkte ich, daß seine Methode, die Erscheinungen zu erfassen, auch eine mathematische war, wenn sie auch nicht die herkömmliche Form mathematischer Symbole aufwies." Den Faraday'schen Gedanken diese Form und damit ihre volle Auswirkung zu schaffen, hat Maxwell sich in viermal wiederholtem Anlauf[26]) bemüht. Der Gedanke, der ihm den Weg wies, war: elektromagnetische Vorgänge sind Bewegungsvorgänge, die sich bekannten mechanischen Gesetzen unterordnen. Zuerst ersinnt er für sie ganz bestimmte mechanische Modelle; dann treten an ihre Stelle sehr allgemeine Annahmen, durch die nur festgelegt wird, welche Form die Energie des Systems besitzt. Die endgültige Fassung gibt das Lehrbuch. Die Kapitel 6 bis 9 des vierten Teils enthalten die vollständige Grundlegung einer Elektrizitätslehre, welche zu Recht Maxwells Namen trägt. Sie hat die gesuchte mathematische Form; d. h. sie ist beschlossen in einer Anzahl von Gleichungen. Es ist heute belanglos, auf welchem Wege Maxwell zu diesen Gleichungen gekommen ist. Wenn wir von Maxwell'scher Theorie sprechen, so denken wir nicht einmal mehr an die Möglichkeit, die elektromagnetischen Vorgänge mechanisch zu deuten. Wir verstehen darunter lediglich den Inbegriff dessen, was sich aus den Maxwell'schen Gleichungen folgern läßt.

Und somit entsteht für uns die Aufgabe: zuvörderst den unmittelbaren Ausspruch der Gleichungen wiederzugeben, und sodann das

[25]) Es erschien 1873.

[26]) Maxwell: Faradays Kraftlinien 1855; ders.: Physikalische Kraftlinien 1861; ders.: A dynamical theory 1865; ders.: A treatise on electricity 1873.

Digitized by Google

wichtigste von dem, was die Analyse aus ihnen herauslesen kann, beides mit dem einschränkenden und erschwerenden Zusatz: soweit dies bei Vermeidung mathematischer Zeichen möglich ist.

Zunächst denn: was sagen die Gleichungen aus? Es sind Behauptungen von zweierlei Art: solche, deren Richtigkeit bereits feststand, und solche , deren Richtigkeit erst zu erweisen war. Wir werden gut tun, beide zu trennen. Bekannt waren, wie sich aus früher gesagtem ergibt, die Kräfte zwischen den Trägern ruhender Elektrizität, ruhender Magnetismen, unveränderlicher elektrischer Ströme; dazu das Gesetz der induzierten Ströme. Alle diese Wirkungen betrachtete man als die Resultanten von Elementarwirkungen, die je ein elektrisches, ein magnetisches Teilchen, ein Stromteilchen auf ein anderes Teilchen ausüben. Solche Elementarwirkungen lassen sich beobachten in den beiden ersten Fällen. Denn wenn es auch keine einzelne positive Elektrizitätsmenge gibt ohne eine gleich große negative, so kann doch diese zweite soweit entfernt vom Beobachtungsort liegen, daß ihr Beitrag nicht ins Gewicht fällt, und ähnlich verhält es sich mit den magnetischen Mengen. Anders die Stromwirkungen, seien es mechanische Kräfte, seien es induzierte Spannungen. Ein unveränderlich dauernder Strom ist ja nur in einer geschlossenen Leiterschleife möglich; nur über die Wirkungen geschlossener Ströme also kann der Versuch etwas aussagen. Offenbar wird man daher recht verschiedene Annahmen über die Elementarwirkungen machen können, ohne mit der Erfahrung in Widerspruch zu geraten. Und es gab tatsächlich eine ganze Reihe solcher Annahmen, herrührend von hervorragenden Forschern, und von ihnen in langjährigem Kampf der Meinungen verfochten.

Allen diesen Theorien stellt Maxwell eine Theorie gegenüber, in der von Elementarwirkungen überhaupt nicht die Rede ist. Wir denken sie in die übersichtliche Form gebracht, die sie wesentlich durch Hertz und Heaviside erhalten hat. Dann ist sie vollständig in drei Gleichungen enthalten, die im Fall unveränderlicher Ströme diesen Inhalt haben:

Eine von ihnen drückt die Energie des Feldes aus, und zwar so, daß sie sich in bestimmter Weise auf die einzelnen Raumelemente verteilt. Jedes Raumelement liefert einen zweifachen Beitrag, einen ersten, der nur vom elektrischen, einen zweiten, der nur vom magnetischen Felde abhängt. Diese Energiegleichung vermittelt, gemäß dem Prinzip von der Erhaltung der Gesamtenergie, die Beziehungen zwischen den Vorgängen im Felde einerseits und den gleichzeitigen mechanischen, thermischen, chemischen Vorgängen andererseits.

Die beiden anderen Gleichungen regeln die inneren Verhältnisse des Feldes; sie enthalten Wechselbeziehungen zwischen den elek-

Digitized by Google

trischen und den magnetischen Größen. Die eine ist das Induktionsgesetz. Wir sprechen es noch einmal in genauer Formulierung so aus:

> Unter elektrischer Spannung längs eines Weges verstehen wir die Arbeit, die von den Kräften des Feldes geleistet wird, wenn eine bestimmte, hier nicht näher anzugebende Elektrizitätsmenge diesen Weg zurücklegt. — Unter magnetischem Kraftfluß durch eine geschlossene Kurve verstehen wir die algebraische Summe aller magnetischen Kraftlinien, die die Kurve in bestimmtem Sinn durchsetzen. - - Dann ist die elektrische Spannung längs jeder geschlossenen Kurve gleich der Abnahme des magnetischen Kraftflusses in der Zeiteinheit.

Die zweite Gleichung nennen wir, dem Sprachgebrauch der Technik folgend, das Durchflutungsgesetz. Wir sprechen es so aus:

> Unter magnetischer Spannung längs eines Weges verstehen wir die Arbeit, die von den Kräften des Feldes geleistet wird, wenn eine bestimmte, hier nicht näher anzugebende magnetische Menge diesen Weg zurücklegt. — Unter Durchflutung einer geschlossenen Kurve verstehen wir die algebraische Summe aller Ströme, die die Kurve in bestimmtem Sinn durchsetzen. — Dann ist die magnetische Spannung längs jeder geschlossenen Kurve gleich ihrer Durchflutung.

In beiden Sätzen sind Umlaufsrichtung und Durchtrittsrichtung durch die Rechtsschraubenregel verknüpft.

Der Inhalt der drei Gleichungen führt in jeder beliebigen herstellbaren Anordnung zu genau denselben Ergebnissen, wie die Elementarwirkungen, von denen zuvor die Rede war. Es kann also scheinen, als sei durch die Faraday-Maxwell'sche Auffassung nichts gewonnen. Tatsächlich ist zweierlei gewonnen. Begrifflich: die neue Theorie spricht nur von Dingen der Wirklichkeit, während die alte von Stromelementen spricht, die gar nicht unabhängig voneinander hergestellt werden können, „in die der Strom aus dem Nichts eintritt, und aus denen er in das Nichts versinkt“ [27]). Praktisch: die Anschauung der magnetischen Kraftlinien, die, der größeren Durchlässigkeit des Eisens folgend, sich im Eisen zusammendrängen und die Luft nur auf den kürzesten möglichen Wegen durchsetzen, hat den Techniker befähigt, Transformatoren und Dynamomaschinen mit großer Genauigkeit vorauszuberechnen [28]). Es darf behauptet werden, daß wir ohne sie keine Starkstromtechnik besäßen. So ist denn auch die Faraday-Maxwell'sche Gedankenwelt auf dem Wege über die Technik in die Physik eingedrungen. Sehr langsam ist das geschehen; noch heute kann man

[27]) Maxwells Worte, s. Thompson: M. Faraday. S. 135.
[28]) Den Weg wiesen J. und E. Hopkinson 1886.

Digitized by Google

hier und da einer Elektrodynamik begegnen, in der dem Eisen nur die Rolle eines Störenfrieds zufällt, und die im eigentlichen Wortsinn im reinen Äther beheimatet ist.

Wir kommen zu dem Gebiet, auf dem die Maxwell'sche Theorie der Erfahrung vorauseilte: es handelt sich um die ungeschlossenen Ströme. Hier ergaben die verschiedenen Elementargesetze verschiedene Gesamtwirkungen; aber eine experimentelle Entscheidung zwischen ihnen war gleichwohl nicht gelungen. So ging der Streit der Meinungen um die theoretische Zulässigkeit des einen oder andern Gesetzes. Wie steht es in dieser Hinsicht mit den soeben ausgesprochenen Maxwell'schen Sätzen? Von den äußeren Wirkungen des Feldes sehen wir ab. Dann fällt die Energiegleichung außer Betracht. Es bleiben übrig das Induktionsgesetz und das Durchflutungsgesetz. Können sie allgemein gültig sein? Zuerst das Induktionsgesetz. Es spricht von der Zahl der Kraftlinien, die durch eine gegebene ge-

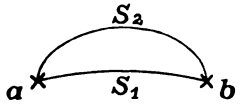


Abb. 7. Durch die beiden Flächen von gleicher Randkurve, deren Schnitte S_1 und S_2 sind, geht dieselbe Zahl von magnetischen Kraftlinien

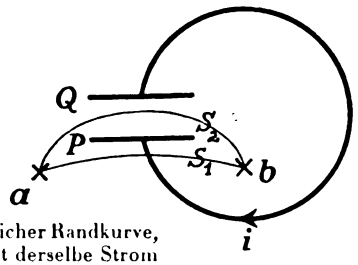


Abb. 8. Durch die beiden Flächen von gleicher Randkurve, deren Schnitte S_1 und S_2 sind, geht nicht derselbe Strom

schlossene Kurve (K) hindurchtreten. Um diese Zahl zu bestimmen, müssen wir eine Fläche konstruieren, die K als Randkurve hat. Welche Fläche wir wählen, ist ohne Bedeutung. Denn wenn in Abb. 7 a und b die Spur der Kurve bedeuten, S_1 den Schnitt einer solchen Fläche, S_2 den Schnitt einer zweiten, so sieht man: nur dann könnte die Kraftlinienzahl für die beiden Flächen verschieden ausfallen, wenn im Zwischenraum Kraftlinien ihren Anfang oder ihr Ende hätten. Das aber ist unmöglich; denn die magnetischen Kraftlinien haben überhaupt weder Anfang noch Ende; sie sind geschlossene Kurven. Maxwell betrachtet das Gesetz, das allgemein möglich ist, als allgemein gültig.

Jetzt das zweite, das Durchflutungsgesetz. Es spricht von den Strömen, die durch eine geschlossene Kurve (K) hindurchtreten. Wir führen dieselbe Konstruktion aus, wie soeben, und sehen: nur wenn

Digitized by Google

die Ströme keinen Anfang und kein Ende besitzen, hat der Ausdruck überhaupt einen bestimmten Sinn. Bisher kamen wir nicht in Verlegenheit; denn unveränderliche Ströme können nur in geschlossenen Bahnen fließen. Veränderliche Ströme aber können auch in offenen Bahnen verlaufen. Das einfachste Beispiel zeigt Abb. 8. Ein Metalldraht endige in zwei einander nahe gegenüberstehenden Metallplatten P und Q, zwischen denen sich Luft oder ein anderer Isolator befindet, einem „Kondensator". In dem Draht möge ein Strom (i) von beständig wechselnder Stärke und Richtung bestehen; er ladet die Platten mit beständig wechselnden Elektrizitätsmengen. Wieder sollen a und b die Spur von K, S_1 und S_2 die Schnitte zweier durch K begrenzten Flächen bedeuten. Jetzt tritt durch S_1 der Strom i, durch S_2 aber tritt kein Strom. Der Ausdruck „Ströme, die durch K hindurchtreten", ist sinnlos. Das Durchflutungsgesetz kann für veränderliche Ströme nicht allgemein gelten. Was also ist an seine Stelle zu setzen? Wenn der Strom i im Sinne des Pfeils fließt, bringt er positive Elektrizität e nach P; die gleiche Elektrizitätsmenge e verliert Q; der Austausch in der Zeiteinheit ist nichts anderes, als der Strom i. Eine Elektrizitätsmenge $+e$ auf P und $-e$ auf Q bedeutet aber e elektrische Kraftlinien, die von P nach Q gehen. Also: wenn der Strom i im Sinn des Pfeils fließt, entstehen zugleich im Dielektrikum des Kondensators je Sekunde i elektrische Kraftlinien, die den gleichen Umlaufssinn haben, wie i, und die Strombahn zu einer geschlossenen Bahn erganzen. Macht man die Annahme, daß Änderung der Kraftlinienzahl gleichwertig ist mit Strom, so erhält das zweite Gesetz wieder einen bestimmten Sinn. Und das trifft dann nicht nur für unser Beispiel zu, sondern genau so für jede beliebige Anordnung von Leitern und Isolatoren. Maxwell macht diese Annahme. Er schließt sich damit an Faraday an, und er folgt ihm weiter in diesem Gedankengang: Der reine Leiter und der reine Isolator sind nur Grenzfälle. Allgemein entstehen durch äußere Einwirkungen zunächst elektrische Kraftlinien; diese brechen binnen kürzerer oder längerer Zeit wieder zusammen. Um dem zweiten Gesetz allgemeine Gültigkeit zu geben, muß man an Stelle von „Durchflutung" setzen: „Durchflutung + Vermehrung des elektrischen Kraftflusses je Zeiteinheit". In der Summe kann der eine oder der andere Summand überwiegen, je nach dem Körper und nach der Schnelligkeit der Feldänderungen. Handelt es sich um den Grenzfall eines vollkommenen Isolators, so tritt in dem zweiten Gesetz an die Stelle der Durchflutung die Zunahme des elektrischen Kraftflusses in der Zeiteinheit. Man sieht, daß damit die zweite Gleichung das vollkommene Spiegelbild der ersten wird.

Wir haben die Aussagen der beiden Grundgleichungen umschrieben. Was folgt aus ihnen? Es war eine Stelle in Maxwells Lehr-

Digitized by Google

buch, die den Leser unwiderstehlich anzog, die ihn zu immer neuem Werben um das Verständnis des Werkes antrieb. Sie gibt auch für uns das Ziel an. Wir müssen uns freilich damit begnügen, die Folgerungen auszusprechen; auf Ableitungen müssen wir völlig verzichten. Nur das sei gesagt: entscheidend für alles folgende ist die soeben besprochene Maxwell'sche Erweiterung des Durchflutungsgesetzes, der Satz, daß elektrischer Strom und Änderungsgeschwindigkeit des elektrischen Kraftflusses gleichwertige Größen sind. Die allgemeinste Folgerung lautet: elektrische Ladungen, elektrische Ströme wirken nicht unvermittelt in die Ferne; sie erregen ein Feld, das sich schrittweise in den Raum ausbreitet. Am einfachsten gestaltet sich die Ausbreitung in einem gleichförmigen Isolator. Da schreitet vom Erregungszentrum aus eine Welle nach allen Seiten vor mit einer Geschwindigkeit, die von der Dielektrizitätskonstante des isolierenden Mediums und von seiner magnetischen Durchlässigkeit abhängt. In der Wellenfront, also normal zur Fortpflanzungsrichtung liegen die elektrischen wie die magnetischen Kraftlinien. Man drückt das so aus: elektrische und magnetische Kräfte pflanzen sich in transversalen Wellen fort. So aber pflanzen sich, das wußte man seit Fresnels Tagen, Lichtwellen fort. Und man wußte weiter: die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts im leeren Raum beträgt 300 000 Kilometer in der Sekunde. Ebenso groß aber ist die Geschwindigkeit, die sich für elektromagnetische Wellen aus der Dielektrizitätskonstante und der magnetischen Durchlässigkeit des Vakuums ergibt. Die beiden Geschwindigkeitsmessungen sind völlig unabhängig voneinander; „bei der ersten ist keinerlei Gebrauch von Elektrizität oder Magnetismus gemacht; bei der zweiten ist Licht nur gebraucht, um die Instrumente zu sehen". (Maxwells Worte.) So schloß denn Maxwell schon im Jahr 1864[29]), „daß Licht eine elektromagnetische Störung ist, die sich nach elektromagnetischen Gesetzen durch das Feld fortpflanzt".

Es ist bekannt, welche Vorstellung man sich bis dahin von dem Vorgang der Lichtausbreitung gemacht hatte: es sollte sich um Gleichgewichtsstörungen in einem elastischen Körper, dem Äther handeln, der alle wägbaren Körper durchdränge und auch im sogenannten leeren Raum vorhanden wäre. Aber diese Vorstellung führte zu schweren Bedenken. Transversalwellen sind nur in festen Körpern möglich, und homogene elastische Körper, die ausschließlich transversale Wellen zulassen, kann es nicht geben. Zudem: dieser Äther machte sich nur in der Ausbreitung des Lichts bemerkbar, zu deren Erklärung er ersonnen war; keine andere Erscheinung konnte über seine Eigenschaften Auskunft geben; der Wert der Fortpflanzungsgeschwindigkeit hing mit keiner anderen bekannten Größe zu-

[29]) Maxwell: A dynamical theory .... S. 499.

Digitized by Google

sammen. Man erkennt die ungeheure Überlegenheit der elektromagnetischen Theorie. So wie nach ihr sich elektromagnetische Wellen ausbreiten mußten, so breiteten sich Lichtwellen tatsächlich aus. Nun war die Optik zu einer Provinz der Elektrizitätslehre geworden, der sie sich ohne Zwang und Widerspruch einordnete.

Sie war es, wenn Maxwells Theorie zu Recht bestand. Aber waren die elektromagnetischen Wellen vorhanden? Die Theorie gab ein Versprechen: suchet! ihr werdet sie finden.

Zwei Männer hatten Ausschau gehalten nach einem unentdeckten Land. Faradays Seherblick war es als ein Wunschbild erschienen; Maxwells scharfe Augen hatten es in deutlichen Umrissen erkannt. Betreten hatte es keiner von ihnen. Ein dritter mußte kommen, den Zugang zu öffnen: Heinrich Hertz. Das Versprochene wurde Ereignis. Ein Ausblick von überwältigender Weite und Großartigkeit tat sich auf. In stürmender Eile wurde das Neuland in Besitz genommen. Wer jene Tage erleben durfte, vergißt sie nicht.

Literaturverzeichnis

Faraday, Michael: Experimental researches in electricity. Bd. 1 bis 3. London 1855. Bernard Quaritch.
Zum größten Teil übersetzt in der Sammlung „Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften", Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft:

Experimental-Untersuchungen über Elektrizität. Bd. 81, 86, 87, 126, 128, 131, 134, 136, 140

Tyndall, John: Faraday und seine Entdeckungen. Herausgegeben von Helmholtz. Braunschweig 1870

Thompson, Silvanus P.: Michael Faraday, his life and work. London 1898, Cassel & Co.

Maxwell, James, Clerk: Über Faradays Kraftlinien. 1855. Ostwalds Klassiker Bd. 69

Ders.: Über physikalische Kraftlinien. 1861. Ostwalds Klassiker Bd. 102

Ders.: A dynamical theory of the electromagnetic field. 1864. Transactions of the Royal Society. 1865

Ders.: A treatise on electricity and magnetism. Bd. 1 u. 2. Oxford 1873, Clarendon press.

Campbell, L. and Garnett, W.: The life of James Clerk Maxwell. 1882

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge der Abteilungen Mathematik, Physik und Chemie

Auch im Jahre 1931 ist es durch die dankenswerte Unterstützung von Behörden, Firmen und Einzelpersonen gelungen, die Entwicklungsreihen der wissenschaftlichen Sammlungen weiter zu ergänzen und den Anschluß an den heutigen Stand der Naturwissenschaft und Technik zu erhalten.

In der Gruppe „Zeitmessung" gelangte eine wertvolle elfenbeinerne Taschensonnenuhr, Abb. 1, von Paulus Reimann, Nürnberg 1594, eine japanische Taschensonnenuhr, ferner eine Weltzeituhr von Siemens, eine Synchron-Netzanschlußuhr der AEG und eine elektrische Hauptuhr der Elektrozeit A.-G. zur Aufstellung.

Die Gruppe „Mathematik" wurde durch einen Proportionalzirkel von Christoph Schissler 1586, ergänzt.

In der Gruppe „Optik" fanden Aufstellung: Ein Apparat zur Demonstration des Faraday-Effektes von Ed. Liesegang, Düsseldorf, ein neuzeitliches Museumsmikroskop mit 12 auf einer Trommel befindlichen Präparaten von J. Watson, London, ein Universal-Berufs-Kinoaufnahmeapparat der Askania-Werke, Berlin, sowie eine Reihe von Amateur-Aufnahme- und Wiedergabeapparate der Firmen Agfa, Berlin, Zeiß-Ikon, Dresden.

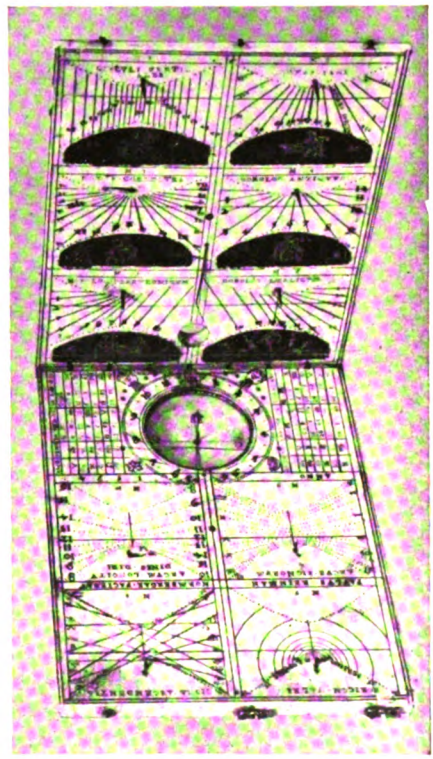


Abb. 1. Elfenbeinerne Klapp-Sonnenuhr von Paulus Reimann, 1594

Das „Fernsehen" wurde durch einen Empfänger der süddeutschen Telefon-, Kabel- und Drahtwerke, Nürnberg, durch eine Spiegelschraube von Okolicsànyi, durch einen Glimmlampenempfänger von Prof. Karolus,

Digitized by Google

sowie durch Austausch seiner bisherigen Fernsehanlage durch eine wesentlich verbesserte neuzeitliche Anlage bereichert.

In der Gruppe „Akustik" fand ein Schallplatten-Selbstaufnahmeapparat der AEG sowie ein Schallplattenautomat zur Vorführung der Klangfarben der wichtigsten Musikinstrumente Aufstellung.

Der Saal „Elektromagnetismus" erhielt als künstlerischen Schmuck ein von Valdemar Poulsen gestiftetes Bronzerelief, Abb. 2, das die im Jahre 1820 erfolgte Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch

Abb. 2. Hans Christian Oerstedt
Bronzerelief im Saal „Elektromagnetismus"

Oersted veranschaulicht. Im gegenüberliegenden Raume wurden unter den Original-Kraftlinienbildern von Faraday in einem besonderen Pultschrank die Nachbildungen der Faraday'schen Induktionsspulen (Entdeckung der Induktion 29. August 1831), seines Rotationsapparates und Voltameters aufgestellt.

Wichtige Ergänzungen erhielt auch die Gruppe „Drahtlose Telegraphie" durch ein Ultrakurzwellengerät der süddeutschen Telefon-, Kabel- und Drahtwerke, Nürnberg, mit welchem die Hertz'schen Versuche über Absorption, Reflexion, Brechung und Polarisation der elektrischen Wellen vorgeführt werden können.

Digitized by Google

Ferner wurden hier aufgestellt: ein Widerstandsverstärker und eine Mehrfachröhre von M. von Ardenne, ein Netzgerät mit Glimmröhren-Spannungsteiler von Körös, ein Ultramikrometer von Richtera-Wien und schließlich Modelle der Antenne, des Maschinenhauses und der wesentlichen Einzelteile, insbesondere des Thermostaten mit Quarzkristall des neuen von der C. Lorenz A.-G. erbauten Münchener Großsenders.

Die chemische Abteilung wurde durch eine Probe des Metalles Rhenium, durch Originalpräparate von Emil Fischer, Präparate des synthetisch hergestellten Blutfarbstoffes Haemin nebst Entstehungsstufen von Hans Fischer und des kristallisierten „Vitamins E" von Windaus bereichert.

In der Gruppe „Nahrungsmittelchemie" fand schließlich eine von Dr. Neustätter konstruierte Kalorienwaage Aufstellung, die es den Besuchern ermöglicht, aus Größe und Lebensalter die täglich aufzunehmende Kalorienmenge zu bestimmen.

Als eine Besonderheit wurden in der chemischen Abteilung sog. Schallplattenführungen eingerichtet. Die von der Firma Lindström A.-G. hergestellten Schallplatten, welche die Erläuterungen der einzelnen Säle tragen, werden zu bestimmten Zeiten von einer Zentralstelle aus nach den in den einzelnen Sälen befindlichen Lautsprechern übertragen. Die neue Einrichtung wurde von den wißbegierigen Besuchern sehr begrüßt und soll demnächst auf andere Abteilungen ausgedehnt werden.

Dr. Fuchs.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Digitized by Google

neu erschienen!

BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER TECHNIK UND INDUSTRIE

IM AUFTRAGE DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
HERAUSGEGEBEN VON CONRAD MATSCHOß / BERLIN

21. Band

1931/32

DIN A 4, IV/188 Seiten mit 185 Abbildungen und 14 Bildnissen. Neuer Preis: In Leinen gebunden RM 10,80, für VDI-Mitglieder RM 9,70

AUS DEM INHALT DES NEUSTEN BANDES:

Die Entdeckung der elektromagnetischen Induktion / Entwicklung der elektrischen Heizung im 19. Jahrhundert / Die Frühkenntnis der magnetischen Nordweisung / Die Entwicklung der Eisenbetonbauweise / Die Geschichte des Wasserbaues in China / Geschichte der Idar-Obersteiner Edelsteinindustrie / „Hohenzollern Aktiengesellschaft für Lokomotivbau" in Düsseldorf / Die Solinger Schwert- und Messerzünfte im 17. Jahrhundert / Joseph J. Ruston und John J. Ruston / Die geschichtliche Entwicklung der Papiererzeugung in Österreich / Die Papiermachéindustrie in Böhmen / Beitrag zur Geschichte der technischen Wissenschaften im alten Ägypten / Über das Gesetz vom Gebrauchswechsel und die Entwicklungsprinzipien bei einfachen technischen Gebilden / Der Landschaftsphotograph und seine Arbeitsbehelfe zwischen 1860 und 1880 / Vom Draht und den Altenaer Drahtrollen / Michael Thonet, der Begründer der Bugholzmöbelindustrie / Reichhaltige Rundschau / Technische Kulturdenkmale / Technische Museen / Literaturschau.

Die Bände 1 bis 9 der „Beiträge" sind vergriffen.

Lieferbar sind noch:

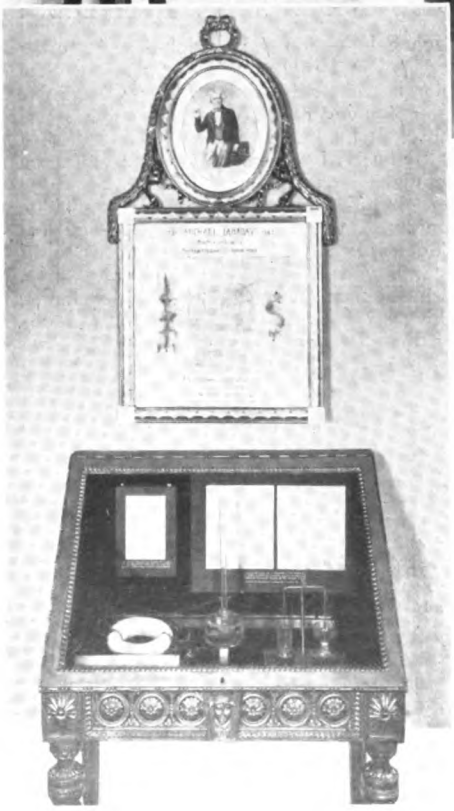
Band 10. Gr. 8°, 204 Seiten mit 84 Abb. und 11 Bildnissen. 1920. Broschiert RM 6,30, geb. RM 7,20 (RM 5,65 bzw. RM 6,45).
Band 11. Gr. 8°, 236 Seiten mit 164 Abb., 8 Bildnissen und 3 Bildtafeln. 1921. Broschiert RM 6,30, geb. RM 7,20 (RM 5,65 bzw. RM 6,45).
Band 12. Gr. 8°, 216 Seiten mit 164 Abb. und 12 Bildnissen. 1922. Broschiert RM 6,30, geb. RM 8,10 (RM 5,65 bzw. 7,25).
Band 13. Gr. 8°, IV 150 Seiten mit 61 Abb. und 3 Bildnissen. 1923. Broschiert RM 6,30, geb. RM 8,10 (RM 5,65 bzw. 7,25).
Band 14. Gr. 8°, IV/278 Seiten mit 196 Abb. und 13 Bildnissen. 1924. Brosch. RM 13,05, geb. RM 14,40 (RM 11,70 bzw. 12,95).
Band 15. Gr. 8°, VI 306 S. mit 146 Abb. und 20 Bildnissen. 1925. Brosch. RM 20,70 (RM 18,60).
Band 16. Gr. 8°, X/354 S. mit 159 Abb. und 20 Bildnissen. 1926. Geb. RM 14,40 (RM 12,95).
Band 17. DIN A 4, IV 180 S. mit 307 Abb. und 14 Bildnissen. 1927. Geb. RM 14,40 (RM 12,95).
Band 18. DIN A 4, IV 189 S. mit 209 Abb. und 17 Bildnissen. 1928. Geb. RM 10,80 (RM 9,70).
Band 19. DIN A 4, IV 193 S. mit 229 Abb. und 15 Bildnissen und 1 vierfarbigen Tafel. 1929. Geb. RM 10,80 (RM 9,70).
Band 20. DIN A 4, IV/221 S. mit 264 Abb. und 32 Bildnissen. 1930. Geb. RM 10,80 (RM 9,70).
Band 21. DIN A 4, IV/188 S. mit 185 Abb. und 14 Bildnissen. Geb. RM 10,80 (RM 9,70).

VDI-VERLAG / BERLIN

DURCH JEDE BUCHHANDLUNG ZU BEZIEHEN!

Digitized by Google

Oberes Bild: Originalapparate von Feddersen, mit denen dieser 1856 durch Funkenaufnahmen im rotierenden Spiegel die Schwingungen bei der Entladung von Kondensatorkreisen nachgewiesen hat

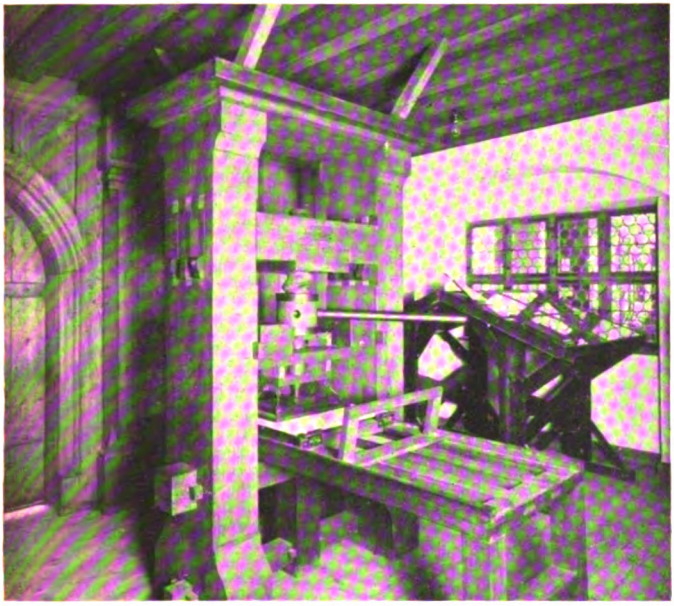


Nebenstehend: Das kürzlich in den Sammlungen des Deutschen Museums aufgestellte Pult mit den Nachbildungen von Faraday's Induktionsspulen, darüber ein Blatt mit von Faraday's Hand hergestellten Kraftlinien

Digitized by Google

München

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE



Wort und Werkzeug

in den Predigten des Johann Mathesius

von Hermann Weinreich

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7 · 1932

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis ab 15. Mai 1932:
Erwachsene RM 1,—, Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Werktagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal wird am 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen ½10—½1 und ½3—½9
an Sonntagen 10—6 Uhr durchgehend
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite stellt eine Buchdruckpresse aus der ersten Hälfte des 16. Jahrh. dar. (Nachbildung, gefertigt unter Mitwirkung des Gutenbergmuseums in Mainz.)

Zuschriften sind zu richten an die **Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus**

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 2

WORT UND WERKZEUG IN DEN PREDIGTEN DES JOHANN MATHESIUS

VON

HERMANN WEINREICH

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius

Von Hermann Weinreich, Stettin

Wort und Werkzeug in ihrem Gegensatz und in ihrer Zusammengehörigkeit

In einer gedankenreichen Skizze unseres Dichteringenieurs Max Eyth werden einmal Wort und Werkzeug als die unentbehrlichen Diener unseres Geistes in ihren Leistungen miteinander verglichen. Fast alle Zeiten, so wird uns dort überzeugend dargelegt, haben dem Wort eine nicht immer ganz zu rechtfertigende Vorzugsstellung dem Werkzeug gegenüber eingeräumt. „Die Sprache hat in den Tagen ihres wachsenden Triumphes den ungebührlichen Anspruch erhoben, das einzige Werkzeug des Geistes zu sein, und weil sie immer wieder dasselbe sagte, begann die Menschheit, ihr zu glauben . . . Es kam System in die Verehrung des Wortes und in die Verachtung des Werkzeuges."

Hinter dieser knappen Formel „Wort und Werkzeug" verbirgt sich natürlich letzten Endes die besonders in unserer Zeit oft und leidenschaftlich erörterte Stellung unserer Technik im Rahmen unserer Gesamtkultur. Denn das Werkzeug ist ja das eigentliche Sinnbild des Gewerbefleißes von seinen bescheidensten Anfängen bis zu den Wunderwerken neuzeitlicher Technik, während das „Wort" wohl als Vertreter der religiös-sittlichen, philosophischen, geisteswissenschaftlichen und künstlerischen Betätigung des Menschen genommen werden darf. Wir wollen hier keinen unfruchtbaren Streit über die müßige Frage der Rangordnung all dieser Kulturgebiete entfachen. Nur an einem muß man im Sinne Max Eyths festhalten: Wort und Werkzeug sind recht verschiedenartige, aber doch beides unentbehrliche Diener unseres Geistes! Der unwiderstehliche Drang zu technischem Erfinden und Gestalten ist neben den religiösen, wissenschaftlichen und künstlerischen Trieben ebenfalls eine ursprüngliche Mitgift echten Menschentums.

Wir lassen also den Streit um die Vorzugswürdigkeit von Wort oder Werkzeug als zweckloses Unterfangen beiseite. Wir wollen unser Augenmerk nicht auf ihren Gegensatz richten, sondern vielmehr einmal ihrer engen Verbundenheit und Zusammengehörigkeit nachgehen!

Digitized by Google

Die zunehmende Armut unserer Sprache an Sinnfälligkeit und Anschaulichkeit

Das Bewußtsein dieser Zusammengehörigkeit von Wort und Werkzeug oder doch das unmittelbare Gefühl dafür ist uns heutigen Menschen im Gegensatz zu unseren Vorfahren stark abhanden gekommen: Unser Stil, unsere Ausdrucksweise, unsere Art zu reden ist im Vergleich zur Sprache unserer Väter viel stärker von abstrakten Begriffen durchsetzt; uns fehlt mehr und mehr die enge Verbundenheit mit der anschaulichen Sinneswelt der Natur sowie des einfachen bäuerlichen und handwerklichen Lebenskreises. Und diese immer mehr zunehmende Trennung von den Urquellen der Erkenntnis und Lebenserfahrung hat auch ihre Spuren im Stil unserer Sprache hinterlassen: Von dem ursprünglichen sprachlichen Bilderreichtum, über den frühere Geschlechter verfügten, ist viel verloren gegangen. Und wo wir in unserer Sprache noch Bilder gebrauchen, da werden sie ohne innere Anteilnahme und ohne das lebendige Bewußtsein ihrer eigentlichen Herkunft angenommen und weitergegeben wie Münzen, um deren Prüfung man sich im eiligen Zahlungsverkehr zumeist wenig kümmert.

Die Ursachen dieses Verblassens und Kraftloswerdens unserer Redeweise verglichen mit früheren Zeiten liegen auf der Hand. Ehedem vollzog sich die Herstellung fast aller Gebrauchsgegenstände sozusagen vor aller Augen, und besonders zum Geiste des heranwachsenden Kindes redeten auf Schritt und Tritt die wirklich lebenden Bilder des handwerklichen Gewerbefleißes und der bäuerlichen Tätigkeit mit ihren mancherlei Nebengewerben. Selbst die Technik war noch so naturverbunden, so einfach in ihren Verfahren, so leicht übersehbar in ihrem Aufbau und so zugänglich für den wissensdurstigen Beschauer, daß eigentlich das ganze Reich der schaffenden Arbeit restlos zur geistigen Heimat des jungen Menschen gehörte.

Das ist heute ganz anders geworden. Wir alle sind dem handwerklichen Arbeitskreise entfremdet, und selbst die unmittelbare Anschauung des bäuerlichen Tagewerks geht uns von Jahr zu Jahr mehr verloren. Und das gilt nicht nur für die Kinder der Großstadt, sondern wirkt sich auch in steigendem Maße in der Provinz aus.

Die schaffende Arbeit ist heute zum größten Teile im Großbetrieb aufgegangen und mehr und mehr den lernbegierigen Blicken unserer Jugend hinter Fabrikmauern entzogen, wo „Unbefugten Zutritt verboten" ist.

Jene uns mehr und mehr fremd gewordenen Stätten der Arbeit in der bäuerlichen Wirtschaft, im Handwerk und in jener noch wenig entwickelten Technik sind einst die großen Quellbezirke ge-

Digitized by Google

wesen, aus denen die Sprache unserer Väter ihren kraftstrotzenden Bilderreichtum geholt hat. Zwar verwenden auch wir noch heute etwa die Wendung „lieber Hammer als Amboß sein!" Ich fürchte nur, daß ein großer Teil unserer Großstadtkinder noch nie einen Amboß gesehen hat und daher den anschaulichen Sinn jener Ausdrucksweise nicht mehr erfaßt. Es hält nicht schwer, eine ganze Sammlung von Redewendungen, Sprichwörtern, Vergleichen und bildlichen Ausdrücken zusammenzubringen, die dem Handwerker- und Bauerntum sowie sonstigen Arbeitsstätten mit noch organisch gebundener Technik entstammen.

Der sinnesanschauliche Hintergrund dieses Lebens und Webens unserer Sprache wird von einem Geschlecht zum darauf folgenden mehr und mehr unsichtbar. Und das bedeutet zugleich eine zunehmende Verarmung unserer Sprache: sie verliert an Bildkraft, sie wird immer blutleerer, verwaschener und charakterloser. Unsere Enkel werden, wenn nicht eine gesunde Spracherziehung rettend eingreift, immer fühlbarer das Verständnis und die heimliche Freude an all den lebensvollen Worten für alle ursprünglichen Einzelheiten der schaffenden Arbeit und der bei ihr gebrauchten Werkzeuge verlieren. Wieviele unserer Gebildeten kennen denn überhaupt noch die Werkzeuge des Handwerkers? Und wer von uns vermag sie noch beim richtigen Namen zu nennen?

Die sprachbildende und spracherhaltende Kraft des Bergbaus

In unserer deutschen Muttersprache ist es nun vor allen Dingen der Bergbau, der eine sprachschöpferische und spracherhaltende Kraft sondergleichen entfaltet hat. Das nimmt nicht weiter Wunder, wenn man bedenkt, wie eng der Kulturfortschritt der Menschheit von der Metallgewinnung und Metallverarbeitung abhängig gewesen ist. Die besondere Rolle des Bergbaus für die deutsche Sprache erklärt sich daraus, daß der führende germanische Stamm der Franken von den Römern auch die Kenntnis und Handhabung eines ausgedehnten Bergwerks- und Hüttenbetriebs und damit diese uralte Technik als Erbe empfing.

Georgius Agricola und sein Freund Johann Mathesius, der Pfarrer von Joachimsthal

Der hohe Stand des mittelalterlichen Bergbaues kommt wohl in keinem Buche überzeugender zum Ausdruck als in jenem herrlichen Werke des berühmten Georgius Agricola aus dem Jahre 1556: De re metallica libri XII. Es ist ein kulturgeschichtliches Dokument

Digitized by Google

Johann. Mathesius

geb. 1504 in Rochlitz i. Sachsen
gest. 1568 in Joachimsthal

ersten Ranges, welches uns über den damaligen deutschen Bergbau und das deutsche Hüttenwesen zuverlässige Auskunft gibt. Mit Recht hat man dieses wertvolle Buch durch eine neue deutsche Bearbeitung, die unter Obhut des Deutschen Museums und unter der Patenschaft des Vereines deutscher Ingenieure 1928 herauskam[1]), der Allgemeinheit zugänglich gemacht. Georgius Agricola — zu deutsch Georg Bauer — erweist sich hier als ein hervorragender Kenner der damaligen Technik. Er war demnach ein verständnisvoller Freund des „Werkzeugs".

Ein merkwürdiger Zufall hat es nun gefügt, daß er während seines Aufenthalts im böhmischen Joachimsthal die Bekanntschaft eines Mannes machte, der ein Meister des Wortes war und der nun gern und mit Vorliebe in seinem Wort auf das Werkzeug Bezug nahm: Es ist dies der Rektor der Lateinschule und nachmalige Pfarrer jener berühmten Bergstadt des 16. Jahrhunderts, Johann Mathesius. Dieser Mann hat uns neben anderen wertvollen Werken eine köstliche Sammlung von Predigten hinterlassen, die den merkwürdigen Titel „Sarepta oder Bergpostill" führt. Sie ist 1562 in deutscher Sprache zu Nürnberg gedruckt erschienen und hat in dem darauf folgenden Jahrhundert viele Auflagen erlebt. Ihr Verfasser ist lange Jahre, zuerst von 1532 bis 1540 als Rektor und dann von 1542 bis 1565 als Pfarrer unter den Bergleuten zu Joachimsthal tätig gewesen. In der Kirchengeschichte ist er als Luther-Biograph und Freund des Reformators bekannt. Sein pädagogisches und volkserzieherisches Wirken aber steht auf einer solchen Höhe, daß man ihn neben Amos Comenius als eine der bedeutendsten Figuren in der Kulturgeschichte des Böhmerlandes ansprechen muß. Sein Geburtsort, die sächsische Stadt Rochlitz, hat 1904 seinen 400. Geburtstag zum Anlaß genommen, ihm, als ihrem größten Sohn, ein Denkmal aus Erz und Stein zu setzen, während ein in Wolfenbüttel gleichzeitig erschienenes

[1]) Georg Agricola, zwölf Bücher von Berg- und Hüttenwesen. Herausgeg. v. d. Agricola-Gesellschaft beim Deutschen Museum. Berlin 1928, VDI-Verlag.

Digitized by Google

Schauspiel „Der Pfarrer im Thal" von T. Norrmann seinem Namen den verdienten Kranz dichterischer Verherrlichung gewunden hat.

Was nun seine Reden so bedeutungsvoll und lesenswert für alle Zeiten macht, das ist die enge Verbundenheit mit der schweren Tagesarbeit der Joachimsthaler Bergmannsgemeinde, das ist das unmittelbare Anknüpfen an Freud und Leid im Berufsleben seiner Pfarrkinder. In vorbildlicher Weise hat sich Johann Mathesius in seinen Predigten der Vorstellungswelt und Sprache seiner Bergleute angepaßt. Sein Stil atmet den unverfälschten Erdgeruch des mühseligen und gefahrvollen alten Bergmannslebens, aber auch seine Romantik und sein stilles Heldentum. Die Sprache der Männer, die da „Schlägel und Eisen" in ihrem Berufswappen führen, ist so lebensnahe getroffen und die Anpassung an jene geheimnisvolle Welt, die sich da drunten im Schoße der Berge eröffnet, ist so innig erreicht worden, daß wir aus diesem Buche die wertvollsten kulturgeschichtlichen Aufschlüsse über Arbeitsweise und Lebensgewohnheiten des deutschen Bergmanns im 16. Jahrhundert entnehmen können. Unser „Bergprediger", wie er sich selbst gelegentlich nennt, hat den tiefen religiösen Bedürfnissen der Bergknappen, die bei den immerfort dräuenden Gefahren ihres Berufes und angesichts der wundersamen Schöpfungsgeheimnisse in den aufgeschlossenen geologischen Schichten sich in unmittelbarer Nähe des Allmächtigen fühlten, durch Anknüpfen an ihr tägliches Berufserlebnis in sehr anschaulicher und sehr packender Weise gerecht zu werden versucht. Die Sorgen und Mühen des Bergbaues hat er aus eigener Anschauung und im engen Verkehr mit seiner Gemeinde gründlich kennen gelernt. Als rechter Volksmann knüpft er immer wieder an das an, was dem gemeinen Manne aus der schweren Berufsarbeit wohl vertraut ist. Es ist kein Zweifel, daß unser Pfarrer die fachliche Vertiefung seiner bergbaulichen, geologischen und mineralogischen Kenntnisse vielfach seinem Freunde Georg Agricola verdankt, der ebenfalls einige Jahre in der kurz vorher (1516) erstandenen Bergstadt Joachimsthal, nämlich von 1527 bis 1533, als Arzt und im Nebenberuf als Naturforscher und Bergkundiger gewirkt hat und auch später noch einmal besuchsweise dorthin zurückkehrte.

Unserem „Pfarrer im Thal" war es gegeben, den mehr wissenschaftlich gehaltenen Ausführungen Agricolas eine volkstümlich packende Darstellung zu geben. Der Plan dieses großen Meisters der Technik, die Kanzelreden seines Freundes anhangsweise in sein Hauptwerk „De re metallica" aufzunehmen, ist allerdings nicht zur Ausführung gelangt. Jedenfalls hat Johann Mathesius in seinen Predigten die Nebenabsicht erfolgreich verwirklicht, dem jungen heranwachsenden Geschlechte die für ihren späteren Beruf sowie für das Verständnis der Heimat notwendigen Grundlagen der Bergbau-

Digitized by Google

kunde und des Hüttenwesens, der Geologie und Mineralogie und auch anderer Gebiete der damaligen Technik zu vermitteln. Man kann sich vorstellen, daß diese Wirkung seiner „Bergpredigten" — sie wurden zumeist zu Fastnacht oder am Neujahrstage gehalten — noch dadurch gewann, daß der Prediger, wie berichtet wird, in Bergmannstracht die Kanzel bestieg. Zwar betont er immer bescheiden, daß der werktätige Bergmann alles viel besser wisse, und daß andere Fachleute, u. a. sein Freund Agricola, alles das in ihren Büchern viel zuverlässiger dargestellt hätten.

Die Bergstadt Joachimsthal

Ehe wir der Wirksamkeit unseres großen Jugend- und Volkserziehers näher nachgehen, mögen noch ein paar Bemerkungen über den örtlichen und zeitlichen Hintergrund seiner Tätigkeit Platz greifen. Als er 1532 seine Stellung als Rektor der Lateinschule in Joachimsthal antrat, hatte die Bergstadt erst das jugendliche Alter von 16 Jahren erreicht: 1516 war hier, insbesondere durch die Tatkraft und Unternehmungslust der Grafen Schlick der Bergbau aufgenommen worden. Infolge reicher Ausbeute fand ein so schnelles Aufblühen statt, daß uns bereits im Jahre 1520 über 8000 Bergleute begegnen. Seit 1520 hatten die Grafen Schlick auch das Münzrecht. Die dort geprägten Geldstücke trugen das böhmische Löwenwappen dieses gräflichen Geschlechts und hießen bald Joachimsthaler oder Löwenthaler. In der abgekürzten Form „Thaler" haben diese Bezeichnungen dann in ganz Deutschland, später auch in Nordamerika und in der Levante Verbreitung gefunden. Unsere „Taler", die durch die neue Rechtschreibung noch ein Sechstel ihres Bestandes einbüßten, haben also ihre Heimat in jenem Bergstädtchen, in dem unser Pfarrer ein Menschenalter hindurch gewirkt hat.

Der erstaunlichen Entwicklung des Bergbaus zu Joachimsthal folgte übrigens ein schon zu Lebzeiten Johann Mathesius' einsetzender und später schneller verlaufender Verfall. Er trat ein hauptsächlich infolge der Erschöpfung der reichen Erzgänge in den oberen Gesteinsschichten. Die Ausbeute wurde mit der Tiefe immer geringer.

In neuerer Zeit ist ja der Name Joachimsthal wieder dadurch weltbekannt geworden, daß man dort die wichtigen Uranerze für die Gewinnung des Radiums entdeckte.

Die „Bergpredigten" des Johann Mathesius

Wir nehmen nun das vergilbte Buch unseres Bergpredigers zur Hand und vertiefen uns einmal etwas in seinen merkwürdigen Inhalt. Es ist ein recht stattliches Werk, und fast jede der etwa

Digitized by Google

20 Predigten hat, wenn sie so gehalten wurde, durch ihre Länge an die Ausdauer der Zuhörer nicht geringe Ansprüche gestellt. Aber niemals wird es den Mann aus dem Volke ermüdet haben, wenn die Sonntagspredigt so unmittelbar an seine Werktagsarbeit anknüpfte. Diese liebevolle Bezugnahme auf die Bergmannsarbeit kommt schon im Titel der Predigtensammlung zum Ausdruck: „Sarepta oder Bergpostill". In dem Namen Sarepta steckt nämlich, wie uns in der ersten Predigt auseinandergesetzt wird, die Anspielung auf jene biblische Bergstadt Sarepta oder Zarpath. Es ist jene Stadt am Fuße des Libanon, wo nach dem Zeugnis des Buches Hiob, wie es unser Joachimsthaler Pfarrer deutet, schon in der Frühzeit des Menschengeschlechts Bergbau umging, jene Stadt, die uns aus der biblischen Erzählung von der Witwe vertraut ist, der das Mehl im Kasten nicht ausging und das Öl im Gefäß nicht weniger wurde. Bei unserem Bergprediger übernimmt nun sein geliebtes Joachimsthal die Rolle der alten Bergstadt Sarepta. Ebenso gern spielt er auch auf die Bergstadt Philippi in Mazedonien an, die seinen Gemeindemitgliedern aus der Apostelgeschichte geläufig sein mußte. Der Heiland hat „mit bergkleufftigen (d. i. im Bergbau geläufigen) worten und gleichnussen offtmals erkleret", auch hat er „seine Propheten und Apostel inn die Bergkstedt verordnet und aus den Bergkleuten zu Sarepta und Philippi inen eine ewige Kirche samlen lassen".

Sehr bezeichnend sind schon die Überschriften der einzelnen Predigten. Die beiden ersten beziehen sich auf die biblischen Bergstädte Sarepta und Philippi und auf den angeblichen Bergbau im heiligen Lande. Die dritte Predigt aus dem Jahre 1555 handelt „Von ursprung zu und abnemen der Metallen und Minerischen", die vierte Predigt (1556) trägt die Überschrift „Vom Golde", die fünfte ist überschrieben „Vom gültigen Silber und Agstein" (Bernstein), über der sechsten lesen wir folgendes: „Vom Silber und Sprüchen so in der Schrifte vom Silber lauten", der Titel der siebenten Predigt ist wie folgt angegeben: „Vom Kupffer und den Sprüchen so in der Schrifte des lauteren und polierten kupffers gedenken". Die achte Bergpredigt hat als Gegenstand „Eisen und Stahel" gewählt, es folgt die neunte mit Zinn und Blei. Aber auch andere Bodenschätze werden in den weiteren Predigten in den Kreis der Betrachtung gezogen, z. B. Salpeter, Alaun und Salz. Die zwölfte Predigt spielt in ihren Gleichnissen auf das Handwerkszeug und die Arbeitsweise des Bergmanns an: „Vom schlegel und eysen/ Bergkgezaw und arbeyt/ Magneten und Markscheiden/ Wasserkünsten und Wetterfüren." Fernerhin kommen auch das Schmelzen und die Glasherstellung, zuletzt auch die Chronik von Joachimsthal an die Reihe. In allen diesen Predigten redet der Pfarrherr zu seinen Pfarrkindern in der ihnen verständlichen, wie er es nennt „bergkleufftigen" Weise. Mit großem Eifer hat er zu-

Digitized by Google

nächst ausfindig gemacht und herangezogen, was irgendwie in den Schriften der Bibel auf den Bergbau und auf die ihm verwandten Betriebe Bezug nimmt. Ja, man kann sagen, daß solche Stellen oft mit allzu großem Übereifer und in etwas gewaltsamer Ausdeutung ausgewählt worden sind.

Die Bergleute dürfen der besonderen Fürsorge Gottes gewiß sein. Ist der Schöpfer doch „der rechte Erzmacher und oberste Bergkherr". „Es zeuget auch diese und andere Historien und Sprüche in der heyligen Schrifft', das Bergkwerk ein gute gabe und gnediger segen Gottes ist." Aus der Bibel wissen wir, daß Gott auch die Bergleute besonders dadurch auszeichnete, daß er sie durch seinen Sohn besuchen ließ: „Laßt dies auch/ ir lieben Bergkleut/ auch ein ehre und trost sein/ das der leibhafftige Son Gottes selber in ein Bergkstadt wallet."

Gleichnisse und Bilder, die der Welt des Bergmanns entnommen sind, kehren auf Schritt und Tritt wieder. Da heißt es z. B. in der 6. Predigt: „Der heylige Geist vergleychet die reyne lehr einem reynen oder gefeuerten silber." Und an anderer Stelle lesen wir: „Hi höre nun wer ohren hat zu hören/ und gern ewige außbeuth auff der himlischen fundgruben und dem seligen gang des worts Gottes durch den glauben auß lauter gnade haben wil."

Daß der Bergmann bei seiner gefahrvollen Arbeit sich stets in Gottes Hand gegeben und seinem Schutz befohlen fühlen muß, kommt immer wieder in den Redewendungen unseres Bergpredigers vor. Der Bergmann muß „alle stund und augenblick zum seligen Abschied gerüst seyn". In fleißigem Gebete wird er sich zu Beginn der Arbeitsschicht immer von neuem seines Gottes versichern: „drumb sol ein Bergkmann/ wenn er einfaren wil/ das Vater unser je so wenig vergessen/ als seines grubenliechts und fewer gezaws". Und in einer späteren Predigt wird derselbe Gedanke erneut eingeschärft: „Drumb wie ein rechter Bergkmann one liecht/ fewerzeug und compast nicht einferet' also sol ein jeder christliche Bergkmann seinen Catechismum in hutzen (etwa Provianttasche) und seiner unschlittaschen (Unschlitt = Talg für Grubenlicht) mit sich füren." Recht drastisch wirkt, wie Mathesius die Bestrafung der Sünder im jenseitigen Leben auf „bergkleufftige Weise" seinen Bergknappen ausmalt: „Es ist zu besorgen' daß alle die so Gottes Goldt mißbrauchen und zu sünd und schandt durchdringen/ den wirdt man solch zurlassen (zerlassenes oder geschmolzenes) goldt in der helle (Hölle) in ihren schlund gießen."

Die Bergleute sind von alters her ein etwas leichtsinniges Völkchen. Zumal wenn sie reiche Ausbeute haben, verprassen sie ihr Geld und werden übermütig. „Sie schlemmen und demmen' bis sie das gewonnen gulden durchbringen." Und insbesondere haben sie

Digitized by Google

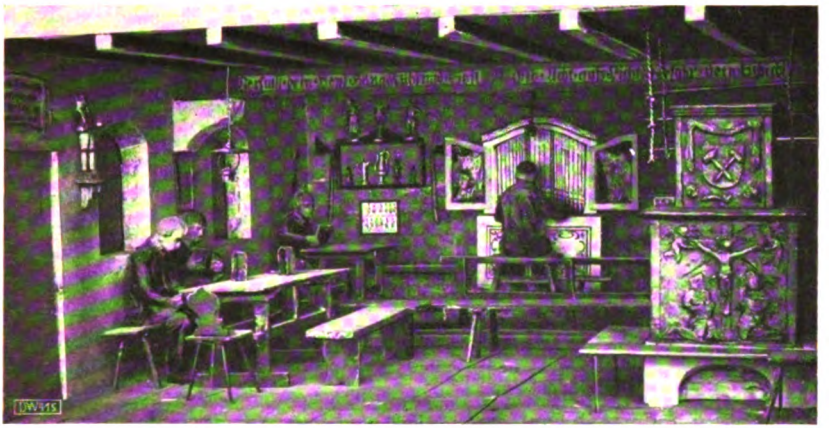


Abb. 1. Alte Zechenstube aus dem Erzgebirge, 18. Jahrhundert
(Deutsches Museum München)

gern einem guten Trunke zugesprochen, denn „sie hatten gut und gelts werd (Wert) genug und daneben ir hofierer und jubilierer und wurden vor iren hemmern/ öfen und treibherden außgederret." Sie trieben es bald zu bunt, und durch ihr ausschweifendes Leben haben gerade die ältesten Bergleute in der Menschheitsgeschichte, wie unser Freund meint, zum großen Teil das Strafgericht der Sintflut verschuldet. Nach der Sintflut, so erklärt es Johann Mathesius, ist die Fortsetzung des Bergbaues vor allem die Erbschaft der Nachkommen Japhets gewesen. Die Predigten schildern dann weiter, wie die bergmännische Kunst ihre Verbreitung vom Morgenlande nach Griechenland, Mazedonien, in das Römerreich, und von dort auch nach Ungarn, Siebenbürgen, Schlesien, Böhmen, Steiermark und Kärnten, ins Fichtelgebirge, nach Salzburg, ins Inntal, nach Spanien, Frankreich, Lothringen, in den Oberharz, ins Mansfeldische usw. gefunden hat. Alles das weiß er geschickt und eindringlich seiner Verkündigung des göttlichen Wortes auf der Kanzel einzuflechten.

Etymologisches und Kulturgeschichtliches

Dabei findet er willkommene Gelegenheit, etymologische und kulturgeschichtliche Betrachtungen anzustellen. Seine sprachkundlichen Erklärungen sind sicher zum Teil sehr gewagt; aber man muß auch bedenken, daß die Sprachwissenschaft jener Zeiten noch in den allerbescheidensten Anfängen steckte. Immer wieder versucht unser Pfarrer, bergmännische Ausdrücke oder die Namen der Mineralien

Digitized by Google

und Erze mit hebräischen, griechischen und lateinischen Worten in Verbindung zu bringen. Aber auch mit Beiträgen zur Geschichte der Entwicklung der deutschen Sprache ist er nicht verlegen.

In seinen Worterklärungen ist Mathesius weder rechthaberisch noch vorsichtig. Folgende Stelle über die Herkunft des Wortes Magnet zeigt das sehr deutlich: „Es wöllen die gelerten das wort magus und magnet von einer Hebräischen wurtzel füren / die stehet im 1. Psalm / die heißt tichten / trachten / forschen / suchen / nachdenken und nachfragen. So daß jemandt zu scharpff und weitleufig düncket / so laß ers einen Greckischen namen sein nach Lucretti meinung / drumb daß dieser stein erstlich im land Magnesia / und bey den alten Greckischen bergkleuten / den Magniten oder Magnaten im brauch gewesen / wie ja auch etliche von seiner eigenschafft ihn sydarium und etliche Deutsche die eisenbraut nennen / daß er das eisen an sich zeucht. Die an der Sehe (See) wonen / haben ihn Segelstein vom Segeln und über Meer schiffen genennet."

Auch recht fragwürdige Anekdoten zur Unterhaltung seiner Pfarrkinder weiterzugeben, trägt er keine Bedenken. „Der Orientisch und Arabisch Magnet / wirt auch hochgerümet / damit sol die Kirche zu Mecka gewelbet sein und Mahomeds eisern grab drunter in lüfften schweben." Ziemlich gewaltsam geht es auch bei anderen seiner Worterklärungen zu. Den Namen Vulkan z. B. leitet er von Tubalkain ab, dem vorhin erwähnten biblischen Erzgräber: „denn Vulkan ist ein verbrochen wort von Tubalkain / darinnen die erste Silbe verschlungen."

Die noch heute lebende Bezeichnung „Kux" für einen Bergwerksanteil war auch schon zur damaligen Zeit bekannt und gebräuchlich; und gewiß mußte auch dem mittelalterlichen Bergmann dieses Wort recht fremdartig vorkommen. Mathesius führt Kux auf einen Eigennamen zurück und schreibt dazu: „wie ein Man / der Kux genannt / den 128. Teil einer zechen den namen sol geben haben." Tatsächlich haben wir hier ein Wort vor uns, das auf das tschechische „kus" oder „kusek" = Teil(chen) zurückgeht und schon 1327 in der lateinischen Form „cuccus" vorkommt.

Von der Lebenshaltung und Arbeit des Bergmanns

An mancherlei Stellen begegnen wir auch sehr anschaulichen und eindringlichen Bemerkungen über die Lebenshaltung der Bergleute. Unser Pfarrer im Thal ist kein Freund des Müßiggangs und der Verschwendung. Immer wieder empfiehlt er haushälterische Sparsamkeit, denn er kennt sein gelegentlich etwas leichtlebiges

Digitized by Google

Bergvölkchen recht gut in dieser Beziehung. Er warnt verschiedentlich, es ja nicht der verschwenderischen und alles verprassenden Heuschrecke gleichzutun, und weist vielmehr auf das Vorbild des Fleißes und der Vorsorge hin, wie es uns die Ameise gibt.

Für irgendwelchen Leichtsinn in der Führung des Haushalts vermag unser Volkserzieher keinerlei Verständnis aufzubringen, ja, wo ihm dergleichen begegnet, kann der sonst so hilfsbereite Mann sehr hartherzig sein. Die nachfolgende, aus dem Beschluß der zweiten Predigt entnommene Stelle läßt darüber wohl keinen Zweifel aufkommen: „Man lobet jenen kauffmann als ein vernünfftig weltkind / wenn er den leuten gelt fürstrecken solte / beschied er die almal über ein monat wieder / mitler zeyt leget er kundschafft in das selbige hauss / wie weib und kind bebutzt weren / und ließ auff iren aussguss sehen / fand er da vil vogelfedern und Rebhünlein beinlein und Fischschuppen / so schlug ers den leuten abe."

Als guter Beobachter und zuverlässiger Bergverständiger tritt uns Mathesius in seinen Predigten besonders in den zahlreichen Stellen entgegen, wo er über die Arbeit des Bergmanns, über die von ihm gebrauchten Werkzeuge und Maschinen, über die Art des Erzabbaus, über Meßinstrumente u. a. mehr berichtet. Eine ganze Predigt hat er diesen Dingen in liebevollem Nachgehen gewidmet. Sie stammt aus dem Jahre 1559, ist die 12. der uns vorliegenden Sammlung und trägt die Überschrift: „Vom schlegel und eysen / bergkgezaw und arbeyt / Magneten und Markscheyden / Wasserkünsten und Wetterfüren."

Als bergmännische Tätigkeiten werden hier genannt: schürffen, reschen, stollen, schechten, strecken, hornstetten. Bis auf die Ausdrücke reschen und hornstetten leben diese Worte ja in der heutigen Bergmannssprache — zum Teil allerdings nicht mehr als Tätigkeitsworte, sondern als Hauptworte — weiter. Im Wörterbuch der Brüder Grimm finden wir auch über „reschen" sowie „hornstetten" den nötigen Aufschluß. „Röschen" heißt (reschen) trocken, sprode machen, und im besonderen bedeutet es, im Bergwerk einen Abzugsgraben ziehen, um die Arbeitsstätte trocken zu legen.

Die „hornstatt", so lesen wir bei den Brüdern Grimm, ist der Raum über dem Schacht, worauf der Haspel steht, mit dem die Seilförderung getätigt wird. An diesen Haspeln saßen gekrümmte Kurbeln, die Haspelhörner genannt wurden. Diese „Hörner" haben nun dem Haspelraum den Namen gegeben, und das Zeitwort „hornstetten" bedeutet also vermutlich: den Haspel betätigen, also den Förderkorb bzw. die Gefäße (Bulgen) für die Wasserforderung hinunterlassen oder heraufwinden.

An bergmännischen Werkzeugen werden uns genannt: peuschel, handfestel, blötz, federn, keyl, fimmel (d. i. ein etwa 25 cm langes

Digitized by Google

vierkantiges Eisen mit stählerner Spitze), ritzeysen, keylhaw, kratzen, prechstangen, puchhammer; und zur weiteren Ausrüstung des Bergmanns gehören: grubenliechter, compast, gruben scherffer, unschlittaschen, sicherberg, ertztröge, lauffkarren, kübel, seyl, pfützeeimer und pfändel, hundt oder truhen, wasserzuber, fart und farthaken. Der „hundt" ist bekanntlich der kleine Wagen, der zum Erztransport in den Stollen diente und auf hölzernen Balken als Schienen lief. Er war nachweislich schon um die Mitte des 16. Jahrhunderts mit einem Gleit- oder Spurnagel ausgerüstet, der in der Nut zwischen den beiden Balkenschienen geführt wurde, um ein Entgleisen des kleinen Wagens zu verhindern. Der „hundt" mit dem Balkengeleise ist also ein Vorläufer unserer Eisenbahn. Der Name soll daher rühren, daß solch ein Wagen beim Betrieb ein Geräusch verursachte, das an das Bellen eines Hundes erinnerte.

Wie uns die Geschichte der Technik berichtet, hat man schon im Bergbaubetrieb des Altertums sehr hartes Gestein dadurch zu sprengen verstanden, daß man es zunächst durch ein Holzfeuer erhitzte, und dann mit kaltem Wasser oder noch besser mit Essig übergoß. Dieses „Feuersetzen" ist auch im mittelalterlichen Bergbau noch geübt worden, und unser Bergkundiger im geistlichen Gewande weiß auch darüber zu berichten: „Wo die genge fest und knawig seyn / daß kein stahel darauff hafften wil / muß man setzen / und ein fewer vors ort machen / wie Hannibal das gepirge in Hispanien mit fewer und essig."

Die ganze anteilnehmende Freude unseres sachkundigen Pfarrers an allen möglichen technischen Erfindungen und sein weitgehendes Verständnis dafür kommt an folgender Stelle seiner 12. Predigt zum Ausdruck: „ein schön werck ist ein fewerzeug / und ein uhr, die da schleget und weyset auch ohne wasser und gewicht." Hier schwebt ihm schon die um 1510 von Peter Henlein erfundene und als „Nürnberger Eierlein" bezeichnete Taschenuhr vor. Er fährt dann fort: „Aber ein compast ist auch wunders und lobenswert / dienet zur edlen kunst des marscheidens."

Ebenso finden die Einrichtungen zur Erz- und Wasserförderung, also Göpelwerk (Roßkunst) und Tretrad seine liebende Bewunderung. „So ist der Gepel auch eine schöne kunst / da man mit rossen / berg und wasser zutag austreibet / und in einer schicht mehr herausfördern kann / als an zweientzig haspeln." Und über die Wasserhaltung heißt es: „Wo man aber stöln nicht einbringen kan / da haben wasserkünste iren preiss / wenn man wasser mit kannen hebet an der scheiben / oder mit einem rade / welches die leute tretten oder dan man mit wasser und winden die wasser über sich bringet."

Den eigentlichen Sinn technischer Erfindungen und technischer Maschinen hat Mathesius klar erkannt, wenn er darüber sagt: „vil

Digitized by Google

hende machen leichte werck / sagt man / aber feine köpffe machen auch leichte werck / und ersparen vil unkost." Höchst überraschend ist eine kurze Bemerkung, die sich gegen Schluß der 12. Predigt findet. Da ist nämlich von nichts geringerem die Rede als von einer Feuermaschine, welche dem Emporheben des Grubenwassers dienen soll. Mathesius spricht dort ausdrücklich von einem Versuch, „wie man jetzt / doch am tag / wasser mit fewer heben sol." Natürlich tut er in diesem Zusammenhange auch des bei Agricola abgebildeten „Kehrrades" und der „Bulgenkunst" Erwähnung. Das Kehrrad ist ein oberschlächtiges Wasserrad, welches durch Umsteuerung des Zuflußwassers nach Bedarf in Links- oder Rechtsdrehung versetzt werden kann. Die „Bulgenkunst" hat ihren Namen von den ledernen Wassersäcken (Bulgen), in denen das Wasser emporgehoben wurde.

Die weitaus wichtigste Tätigkeit des Bergmannes ist das Aufsuchen der Erzlagerstätten, der Erzgänge: das sogenannte „Schürfen". Treten die Erze an die Erdoberfläche, so hat man nur nötig, die Dammerde abzuräumen, stecken sie aber tiefer in der Erde, so muß man nachgraben. Hier teilt nun unser Joachimsthaler Freund eine Erfahrungstatsache mit, die das Aufsuchen der Erze erleichtern soll. In seiner 3. Predigt schreibt er darüber: „Erfarene schürffer geben acht auff die beume (Bäume) / so dieselbe im gipfel verdorren / als hette sie der frost versengt / oder sind kröpficht und zwieselt (d. h. gabeln sie sich in der Spitze) / oder wo vil hirschschwemme stehen / da versuchen sie ihr heyl." Auch die Handhabung der sogenannten Wünschelrute ist unserem Bergsachverständigen durchaus bekannt, denn er fährt fort: „oder die Wüntzschelruthe schlag gewaltig und drehe in der hand umb."

Über Bergmannskrankheiten

Johann Mathesius ist ein rechter Volksmann. Er nimmt Anteil an Freud und Leid seiner Bergmannsgemeinde. Darum ist er auch genau vertraut mit den mancherlei Berufskrankheiten im Bergbau und besonders im Hüttenbetrieb. In der 10. Predigt, die im Anschluß an den 119. Psalm Davids „von schlacken / kiss und Kobelt" handelt, heißt es z. B.: „So frisst Kobelt und kisswasser den heuern hende und füsse / und der staub und rauch vom Kobelt sterbet viel Bergkleut und ertzschneider / wie der Hütt- und Bleyrauch vil schmeltzer und abtreyber verlehmet und umbbringet." Zum besseren Verständnis dieser Stelle sei noch erwähnt, daß damals bei den Bergleuten alles „Kobelt" hieß, was beim Schmelzen kein Metall ergab, nach Schwefel und Arsenik roch und andere Metalle sprode machte.

Gefährlich ist, wie schon in der ersten Predigt erwähnt wird, das Feuersetzen; und besonders giftig sind Blei und Wismuth beim

Digitized by Google

Schmelzprozeß: „Denn wenn man setzet oder mit fewer das gestein hebet / so zeucht die hitze auff dem gepirge vil mörtlichs gifftes und prodems . . . wie der hütt- und pleyrauch schmelzern und abtreibern / die natürliche feuchtigkeit ausstrücknet / und viel in hütten und rösten / zumal bey wissmathherden verlehmet und umbbringet."

Die Rechtsverhältnisse im Bergbau

In unserer Predigtensammlung erhalten wir einen ganzen Querschnitt durch alle Einzelheiten des Bergmannsdaseins nach seinen Arbeitsbedingungen und nach seiner Lebenshaltung. Selbst die Rechts- und Eigentumsverhältnisse des damaligen Bergbaus kommen zur Sprache. Mit großer Sachkenntnis und mit eindringender Liebe beschäftigt sich unser Volksmann verschiedentlich mit den Bestimmungen der sogenannten Bergordnung. Seiner Sendung gemäß, die immer in leicht faßlicher und handgreiflicher Weise dem einfachen Manne das Religiös-Begriffliche an der anschaulichen Welt des Werktags erklären will, stellt er hier sozusagen einer irdischen Bergordnung eine himmlische oder christliche Bergordnung gegenüber.

So lauten z. B. einige Gebote dieser christlichen Bergordnung, wie folgt: „Ir Bergkleut solt glauben / das Gott lesst ertze wachsen / denn wenn Gottes geschicklein zum gange fellt / so bricht und besteht kein ertz." Und das letzte dieser Gebote schärft den Bergleuten folgendes ein: „Keiner bring sein nechsten um sein Recht und Kux / mit geschwinden griffen und bösen practiken / denn untrew trifft seinen eygenen herrn."

Aber auch mit der irdischen Bergordnung und mit ihren Rechtsbestimmungen ist unser geistlicher Herr wohl vertraut. Er hält es für nützlich und findet es durchaus seines Amtes, von der Kanzel bei passender Gelegenheit an die Vorschriften der damals in Joachimsthal gültigen Bergordnung zu erinnern. Für die Geschichte des Bergrechtes findet sich hier manches Interessante. Es handelt sich um die von den Grafen Schlick ursprünglich 1518 erlassene Bergordnung, die mehrfach — zuletzt 1548, d. h. fünf Jahre nach dem Übergang des Bergwerks in königlichen Besitz — eine neue Fassung erhielt. Einige ihrer wichtigsten Bestimmungen mögen hier wiedergegeben werden:

1. Der erste finder — der erste Muether — und der eltest behelt das feld — so es frey und unverliehen ist.
2. Wer aber sein recht und alter erhalten will — der muß beim bergkmeister muthen und begehren.
3. Danach pfleget mancher sein mutzettel zu erlengen.

Digitized by Google

4. Beweyset sich der gang / oder füret schöne bergart / so lesst er es im in sein Bergkbuch verschreyben und macht ein gewerckschafft auff.
5. Drauff setzet er ein haspel / und wirfft kübel und seyl ein / bawet im eine kaw (Kaue, ein noch heute gebräuchlicher Ausdruck für Grubenhaus) / sincket und arbeyt / zimmert sein schacht auss.
6. So lesst er im die zechen vermessen / und verlochsteinen. Eine fundgrube helt drey gewehr / das ist 42 bergk lachter. (Ein lachter rd. 2 m).

Im Gebirge versucht man, durch schwach geneigte Abzugsstollen das in die Grube eingedrungene Wasser abzuleiten. Wo das nicht angeht, muß man besondere Wasserhaltungsmaschinen einsetzen. Darüber berichtet auch eine Bestimmung der Joachimsthaler Bergordnung, wie sie uns Mathesius überliefert hat: „Oder da man die gepirge strich oder ebenen nicht verstellen kan / hält er das Wasser mit wasserknechten / oder hengt seine künste / pumpen / heintzen / bulgen oder grossen zeuge." Die hier erwähnte „heintze" ist eine Wasserhebemaschine.

Nach Matschoss[2]) verdankt man gerade dem Joachimsthaler Bergbau wesentliche Verbesserungen in der Technik der Wasserhaltung.

Die Heilkraft der Metalle

Unsere heutige medizinische Wissenschaft kennt Metalle und Metallverbindungen von besonders überraschender Wirkung bei bestimmten Erkrankungen des menschlichen Körpers. Man braucht nur etwa an die Quecksilberpräparate und ihre Verwendung zu denken. Auch im Drogenschrank der mittelalterlichen Heilkunst spielen die Metalle eine wichtige Rolle. Die Heilmittel, die in den Predigten unseres Johann Mathesius empfohlen werden, können den alchimistischen Einschlag nicht verleugnen. Das gilt u. a. von seinen Ausführungen über die Heilkraft des Goldes, des Bleis und auch des Bernsteins. In der dem Golde gewidmeten, aus dem Jahre 1556 stammenden Predigt hören wir darüber folgendes: „Sondern das auch neben dem öle und Balsam / sonderliche hertzsterkung im Golde / Perlein und Agstein (Bernstein) verloren lige / daher die erfarene erzte vil cordialia und ir köstlich aurum potabile zurichten / und Aussatz und andere schwere und geförliche kranckheyten / mit dem golde heylen und vertreyben." Auch gegen die schrecklichen Quecksilbervergiftungen hat sich das Gold nach den Berichten, die unserem

[2]) Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 1 (1909), S. 1.

Digitized by Google

Joachimsthaler Pfarrer aus alchimistischer Quelle wurden, als heilkraftig erwiesen: „Ich kenne einen großen Künstler und Alchimisten der mit abquicken caementren und goldscheyden lang umbgangen und vil quecksilber in sich gezogen und darüber schwerlich ist kranck worden dem ist gerathen er solle ein blentzschlein oder golden plech schlagen lassen und auff das hertz grüblein legen allda hab das gold all das gift vom hertzen ausgezogen."

Auch sonst ist von der herzstärkenden Kraft des Goldes die Rede: „Zum Christenthumb oder sterckung des glaubens kan goldt kein krafft geben ob es wol zur ertztney des leibes dienet und das hertz stercket und erfrewet im natürlichen leben wie hievon gelerte und erfarne ertzte zu urteilen wissen."

Bei der medizinischen oder vielmehr orthopädischen Verwendung des Bleies weiß unser Kanzelredner von ziemlich drastischen Doktor-Eisenbarth-Kuren zu berichten. Offenbar hat man durch bleierne Schienen oder ähnliche Vorrichtungen versucht, körperliche Fehler zu beheben. Es findet sich nämlich in einer der Predigten folgende merkwürdige Stelle: „Denn wie diss metal (Blei) zur ertztney diene und man ruck und krebs darauss schlahe darein man die leute so Lofer (Hocker) oder buckel haben schrauffet (d. h. schraubt)." Der hier erwähnte „Krebs" ist nach Jacobsson ein Harnisch, der aus einem aus vielen Schuppen zusammengesetzten Bruststück besteht. Unsere heutigen Sänger und Sängerinnen aber würden gewiß sehr lachen, wenn sie von Mathesius hörten, daß das Blei „ein helle stim mache / wenn man pflanztsche (d. h. Flitzchen) / wie Nero auff der blossen brust tregt."

Daß ein Pulver aus Steinmark, einem der Prozellanerde verwandten, Kieselsaure und Ton enthaltenden Mineral, gegen Leibschmerzen gut ist, kann man sich allenfalls noch denken, aber wie man damit auch Beinbrüche heilen will, ist gewiß einigermaßen ratselhaft. Eine darauf bezügliche Stelle aus der 1. Predigt unserer Sammlung gebe ich hier im Wortlaut wieder. Dort heißt es: „Im roten Sandstein darinnen das edle leybfarbene Steinmarck bricht welches viel leut furs grimmen und reissen in den dermen und beinbruche damit von innen auss zu heylen / geschabet den krancken in leybe geben."

Von der Entstehung der Metalle

An sehr vielen Stellen hat sich unser „Pfarrer im Thal" über Fragen ausgesprochen, die ihrer Natur nach der ganz besonderen Anteilnahme der Bergleute sicher sein mußten. Es sind die folgenden: Woher kommen die Metalle? Wie hat man sich ihre Entstehung zu denken? Wie steht es mit ihrer Veränderung und ihrer

Digitized by Google

Umwandlung? Wachsen die Erze, d. h. nehmen sie zu? Können die Erze auch wieder vergehen?

Die Antworten, die er auf diese Fragen zu geben weiß, entnimmt er teils den Schriften der Alten, teils dem alchimistisch-astrologischen Vorstellungskreise seiner Zeit; aber daneben zieht er zur Begründung auch immer wieder die alltägliche Erfahrung und Beobachtung heran. So entsteht denn bei ihm eine Gesamtansicht, die neben überwiegend mystischen Zügen doch auch schon die Anfänge echter Wissenschaftlichkeit erkennen läßt. Kurz zusammengefaßt ist seine Lehre von den Metallen folgende: Aus ursprünglich vorhandenen Dünsten entstanden und entstehen immerfort von neuem Quecksilber- und Schwefeldämpfe, und aus diesen gehen dann allmählich die Metalle hervor. Die so entstehenden Metallerze reichern sich nun dauernd an, und die Metalle verwandeln sich fortgesetzt in edlere Arten. Dieser fortwährende Umwandlungsprozeß endet schließlich einmal mit einem Wiedervergehen der Metalle bzw. der Erze.

Daß bei dem Werden der Metalle die Wirkung der Planeten eine Rolle spielt, darin gibt unser Mineraloge auf der Kanzel den Alten recht. Ebenso aber ist er überzeugt, daß sich darin nur wiederum die Weisheit und Allmacht des Schöpfers bekundet. „Weyl aber die alten die siben haubt metal den siben Planeten und irrenden sternen zuschreyben / und hieltens dafür / das ein jeder Planet durch seine Krafft und Wirckung ein Metal zu verwalten hette / wie denn die Alchimisten ein jedes metal mit eines Planeten Namen nennen."

Und an anderer Stelle hören wir: „Summa / Gott hat in Krafft seines Wortes / metalsamen in die tiefen abgründe der erden geworfen / darauss er natürlicherweyse durch der Sonne / Monden und ander Stern und Element krafft / ein ertz nach dem anderen wachsen lesset."

Geologisches

Im Zusammenhange mit der Frage nach Entstehung und Umwandlung der Metalle begegnen wir nun auch sonstigen geologischen Lehren, wie sie Mathesius von anderen Naturkundigen übernommen oder auch sich selbst zurechtgelegt hat. Die siebente, vom Kupfer handelnde „Bergpredigt" gibt ihm z. B. Gelegenheit, seine Kenntnisse über die Mansfeldischen Kupferschieferschichten darzulegen. Er berichtet von der vielgliedrigen Schichtenfolge, welche den erzhaltigen Schichten überlagert ist. Einige der hier erwähnten Namen sind auch von der heutigen Geologie beibehalten worden. Schon damals war in den niedrigen kupferhaltigen Schichten das Arbeiten der Bergleute sehr unbequem. Das Losbrechen des Gesteins mußte wie heute in gebückter oder liegender Körperhaltung verrichtet werden: „und

Digitized by Google

die schieferhewer / die man krumphelse (Krummhälse) nennet, drumb das sie zu irer arbeyt in den schmalen fletz liegen müssen."

Auch die Versteinerungen in diesen marinen Ablagerungen sind ihm wohl bekannt. „Aber die manssfeldischen schiefer sind am wunderbarlichsten / nicht allein der flez halber / drunter die schiefer ligen / darinnen allerley art fisch gebildet / da schupen (Schuppen) und flosfedern gar mit lauter kupffer überzogen sein."

Die für die Geschichte des deutschen Bergbaues so verhängnisvolle Tatsache, daß die Ergiebigkeit der Erzgänge immer mehr nachläßt, je tiefer man in das Erdinnere vordringt, ist auch unseren Bergbaukundigen nicht entgangen. Er versucht, diese Erscheinung auf seine Weise zu erklären, wie es die folgende Stelle aus der 5. Predigt zeigt: „und je tieffer die goldertz brechen / je ermer und magerer sie werden / denn Gott wircket ordentlicherweyse durch die sonne / je neher am tage / je reycher ist das silber am goldt / wie auch die genge in warmen landen gemeinigklich goldreycher sein."

Die Bergwerksgegenden Böhmens zeichnen sich durch großen Reichtum an warmen Quellen aus; man braucht ja nur an die noch heute viel besuchten Bäder Teplitz-Schönau, Marienbad und Karlsbad zu denken. Auch für diesen Tatbestand hat unser Redner schnell eine Erklärung zur Hand: „Das neben den Bergkstetten vil warme quellen / wildbeder sind / muss der göttlichen gnade und weishait zugeschrieben werden / denn unser Herrgott ist ein weyser Hausvatter / weyl er weyss / das arme bergkleut in gruben und hütten vil böss wetter / koblichten stanck / kalte dempffe / feucht prodem gifftig rauch in sich ziehen / pfleget er neben die bergkwerke gemeiniglich eine eygene Apotecken aufzurichten / damit die bergkleut einen bergertzney (eine Bergarznei) hette widern die lehm (d. h. gelähmte, d. h. wohl infolge des Steinstaubs verschmutzte und daher asthmatische) und verschleymbte lunge / und erkelte magen / und verlemete glider / und was der bergksucht und beschwerung mehr sey."

Vom Bernstein

Ein Mineral, auf das unser Joachimsthaler Freund mit einer gewissen Vorliebe immer wieder in seinen Kanzelreden zurückkommt, ist der „Agtstein". Mit diesem Namen bezeichnete man zu seiner Zeit in buntem Wechsel bald eine Art naphta-ähnliches Erdpech oder Bergpech oder auch eine Art Pechkohle und bald den Bernstein. Sogar unbegreifliche Verwechslungen mit dem Magneten kommen wegen der elektrischen Anziehungskraft des geriebenen Bernsteins vor. Die 5. Predigt ist zur Hälfte dem Silber, zur Hälfte dem Bernstein gewidmet. Dort ist immer vom „bornstein" oder „goldtfarbenen Agstein" die Rede. „Nun höret", so spricht Mathesius zu seiner Ge-

Digitized by Google

meinde, „wanne Electrum sein Namen / und was die alten hiermit genennet haben / etliche lassen es ein Greckisch (griechisches) wort seyn / das daher den namen bekommt / das der bornstein / wenn er an ein wüllen tuch gerieben / und erwermet ist / trockene har / agen (Getreidehaff) / und hülsen an sich zihet und auffhebe / wie der magnet eysen und stahel."

Über die Entstehung des Bernsteins begegnen wir bei Mathesius einer Theorie, die allerdings heute keine wissenschaftliche Gültigkeit mehr beanspruchen kann. An folgender Stelle legt er seine Meinung darüber dar: „An dem ist aber keyn zweyfell / bornstein zumal den man auss der Sehe (See) schöpfet / oder am strande aufflieset / oder am ufer aussgrebet / sey ein zeher / schmieriger und denischer safft / der im Schwedischen und Dennemarkischen gebirgen / durch natürliche Hitze auss fetten dünsten / und prodem gewircket / endlich durch die aussgehöhlerten Felsen ins Meer tröpffelt und offt spinnen / mückleyn / bletlein / um sich wickelt / wann er so weich ins wasser felt."

Auch eine Bernsteinindustrie hat es damals gegeben, wie aus der nachfolgenden Anspielung hervorgeht: „Denn wir haben nit alleine vom Paternoster steinen hi zu reden / da man vorzeyten das gebet anzelet / oder geschnittenen Jacobsbilder / so man auss Hispanischen schwartzen oder Preussischen gelben agstein machet."

Archäologisches

Wenn jemand mit solcher Anteilnahme wie unser „Pfarrer im Thal" sich mit den Beobachtungen und Erfahrungen der Bergleute befaßt, dann überrascht es uns gewiß nicht, wenn er auch auf kulturgeschichtliche Ausgrabungen zu sprechen kommt und sich mit ihnen auf seine Art auseinandersetzt. In der 5. Predigt kommt nämlich die Rede auf Urnenfunde: „Ich hab ein Windschaffen ringlein an einer greffin (Gräfin) gesehen von goldt / silber / und kupffer sehr artig gewunden / das hat man in einem solchen erdtopff (Urnengefäß) gefunden / man disputiert wol es sey an dem ort etwan ein begrebnuss gewesen / darinnen man toter leut asch / wie die alten urn oder ehrentöpfflein darein man der weinenden zehren gefasst habe / aber weyl man die töpffe nur im meyen (Mai) grebet / da sie sich von selber verrathen / und alss were die erde schwanger einen hügel machen / danach sich die / so im nachgehen / richten / lass ichs natürliche / ungemachte und von Gott und der Natur gewirckte töpffe sein." Mathesius glaubt also hier, wie das z. B. auch bei den Versteinerungen die Ansicht früherer Zeiten war, so etwas wie ein merkwürdiges „Spiel der Natur", aber nicht Menschenwerk vor sich zu haben.

Digitized by Google

Über Papierherstellung

Die technischen Kenntnisse des Johann Mathesius und seine Freude an diesen Dingen ragen weit über das eigentliche Gebiet des Bergbaus hinaus. Das zeigen z. B. seine Ausführungen über Papierherstellung.

Die Erzeugung aus Holzschliff ist der damaligen Zeit noch unbekannt: Als Rohstoff dienen Hadern („hederlein" oder Lumpen) „Man machet aber unser papier auss alten hederlein / die man stampffet und gleich zu einem muss (Mus oder Brei) machet / und danach auff dretenen gittern (Drahtgitter) formieret / und zwischen filtzen presset / und leymet oder stercket / damit sie nicht durchschlagen / oder man zeucht sie durch alaun wasser." Mit dem Namen Papier, so urteilt unser Gewährsmann ganz richtig, ist es gegangen, wie bei manchen anderen Gelegenheiten: Die alte Technik ist verschwunden, aber man hat für das neue Erzeugnis doch den alten Namen beibehalten. Als Beispiel führt Mathesius die Schreibfeder an, ein Beispiel, das auch uns noch verständlich ist. Wir reden nämlich von unserer „Feder", obgleich der Gebrauch eines Gänsekiels für Schreibzwecke längst aufgegeben worden ist und nur noch gelegentlich bei feierlichen oder poetischen Anlässen einmal wieder hervorgeholt wird. Unser Freund gibt noch ein anderes Beispiel: Das Kontor, wo Verrechnungen stattfinden, führt zu seiner Zeit noch den Namen „Anschneidhaus". Was es damit für eine Bewandtnis hat, geht aus folgender Stelle hervor: „Unseres papiers dürfen wir auch nicht vergessen / diss behelt den alten namen (nämlich von der Papyrusstaude, einer meterhohen aegyptischen Sumpfpflanze, deren Mark in feine Streifen zerschnitten und in doppelter Schicht zusammengeleimt das alte Schreibpapier ergab) / wie unser anschneid hauss / darin man etwan die rechnung auff ein Rabisch (slavische Bezeichnung für Kerbholz) oder kerbholtz angeschnitten / ob man schon nun die rechnung auffs papier auffschreybet / wie die alten Handwerksleut ir schulden auffzeychneten auff teffelein (Täfelchen) / mit allerley ander Handwerksleut zeychen gemerket."

Die Kunst des Schreibens und die Erfindung der Buchdruckerkunst

Zum Schreiben gehört außer Papier auch Tinte. Wie stellt man Tinte her? Auch die Beantwortung dieser Frage will unser Freund seinen Hörern nicht vorenthalten. Daran knüpft er in der uns schon hinreichend bekannten Art kulturgeschichtliche Betrachtungen über die Entwicklung des Schreibzeugs, wobei er anscheinend sogar schon eine Art von Füllfederhalter kennt: „Nun zeuget die erfarung das

Digitized by Google

man schreibtinte auss Gallusepffeln / Vitriol / oder Kupfferwasser und gummi / und weyn pfleget zu machen / Johannes in seiner 3. Epistel gedencket der feder / und brauchet das wort calamus / hernach hat man genss / schwan / und auerhanenfedern gebrauchet / wie auch etliche ire messing schreibfedern voller tinten mit sich führen."

Die Buchdruckerkunst hatte zu der Zeit, da Johann Mathesius seine Bergpredigten zu Nürnberg drucken ließ, ihren 100. Geburtstag längst hinter sich. Ihrer Wichtigkeit nach stellt er sie mit der Erfindung des Schießpulvers auf eine Stufe. Die ihm zu Füßen sitzende Kirchengemeinde erhält darüber folgende Belehrung: „Der Trückerey müssen wir hier auch gedencken / weyl die Trucker auss metal ihre buchstaben giessen / denn sie sollen hart bley oder wismat mit spiessglass (Antimon) vermischet / darzu nemen / Aldus sol silberne buchstaben oder mütterle (Matritzen) gebrauchet haben / solche schöne Kunst hat Johann Gutenberger zu Straßburg erfunden / im 1440 Jar / da die gelerten leute von Constatinopel mit sehr guten büchern ins Welsche Land kommen / LX jar zuvor hatte Berthold Schwartz / ein münch / büchssen und bulver aussgesonnen / und wenn die Buchtrücker nit auch böse ketzerische schand und lesterbücher getrücket hetten / so köndte niemand dieses schöne werck genugsam preysen."

Der Gesamteindruck des Werkes

Wenn wir nach dieser Durchmusterung unser Predigtenbuch aus der Hand legen und uns vom Gesamteindruck Rechenschaft geben, so ist es gewiß nicht zu viel behauptet, wenn wir sagen, daß in diesem Werke uns ein ziemlich vollständiger kulturgeschichtlicher Querschnitt durch die Welt der Technik um die Mitte des 16. Jahrhunderts gegeben wird, und zwar in einer volkstümlich packenden Form. Jene Zeit ist darum so anziehend für den Geschichtsschreiber der Technik und Naturwissenschaften, weil das damalige Denken einerseits noch ganz unter dem Einfluß der Lehren des Aristoteles und unter dem Banne mittelalterlicher Astrologie und Alchimie steht, andererseits aber doch schon einige Keime zeigt, die durch die späteren bahnbrechenden Entdeckungen eines Galilei, Kepler, Newton und Huyghens im Laufe des nun folgenden Jahrhunderts zur Entfaltung kommen sollten.

Unser Prediger-Ingenieur hat uns kreuz und quer durch die Stätten der Arbeit im Bergbau und Hüttenwesen, bei der Glasherstellung und Salzgewinnung, bei der Metallverarbeitung und Papiermacherei geführt und hat uns in seinen Predigten über den Stand der mittelalterlichen Technik, zum Teil auch der Naturwissenschaften, unterrichtet.

Digitized by Google

Der Technik des 16. Jahrhunderts, wie sie uns Johann Mathesius schildert, ist der Siebenmeilenschritt des technischen Fortschritts, an den wir uns beinahe wie an eine Selbstverständlichkeit gewöhnt haben, noch fremd. Um so mehr hat diese versunkene Welt der Technik und des damaligen Reichs der schaffenden Arbeit Zeit und Gelegenheit gefunden, im Kulturbewußtsein des Volkes festen Fuß zu fassen und bei der Prägung dieser Kultur mitzuwirken. Das zeigt sich insbesondere in dem nachhaltigen Einfluß auf die Gestaltung der Sprache, in dem engen Bündnis zwischen Wort und Werkzeug, dem wir ja in unserer Predigtensammlung nachgegangen sind.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Joh. Bapt. Bosch †

Am 2. Februar 1932 ist ein Mann dahingeschieden, dem das Deutsche Museum außerordentlich viel verdankt, Oberbaudirektor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Joh. Bapt. Bosch. Seit April 1908 war er der Berater des Deutschen Museums bei allen Bauaufgaben. In den Jahren 1908 bis 1910, als der Sammlungsbau begonnen wurde, leitete er das Baubüro des Deutschen Museums und führte auch später die Aufsicht über die fortschreitenden Bauarbeiten; im Jahre 1917 war er noch einmal der Vorstand des Baubüros. Seinem Geschick und seiner Arbeit ist in erster Linie die erfolgreiche Durchführung der besonders schwierigen Fundamentierung des mächtigen Sammlungsgebäudes mit Hilfe von Betonpfählen zu verdanken, ebenso die mustergültige technische Durchbildung und vorzügliche Ausführung dieses für die damalige Zeit bedeutsamen Eisenbeton-Hochbaus. Als dann einige Jahre später wieder ein Großbau des Deutschen Museums, das Studiengebäude für die Bibliothek, erstehen sollte, hat er wieder an erster Stelle mitgewirkt, obwohl sein Beruf als Stadtrat und Vorstand des städtischen Tiefbauamts inzwischen immer größere Anforderungen an seine Arbeitskraft gestellt hatte und obwohl seine Gesundheit seit Jahren erschüttert war. Beim Abschluß von Bauverträgen, bei der Tiefgründung auf Betonbrunnen und bei der statischen Prüfung des Stahlgerippes des Hochbaus hat er dem Deutschen Museum besonders wertvolle Dienste geleistet. Wo immer das Deutsche Museum an eine bauliche Frage heranzutreten hatte, durfte es sich an ihn wenden und immer hat er in freundlichster Weise seine große Erfahrung zur Verfügung gestellt.

Auf der Ehrentafel in der großen Eingangshalle des Sammlungsgebäudes ist sein Name als eines der Erbauer kommenden Generationen erhalten. Wer je mit ihm in Berührung kam, wird den bescheidenen, stets hilfsbereiten und bei aller Energie stets liebenswürdigen Mann nie vergessen.

Digitized by Google

Wünsche des Deutschen Museums

Druckschriften — Bücher — Urkunden

Die Bibliothek des Deutschen Museums wird im neuen großen Bau am 7. Mai 1932 eröffnet. Den vielen Tausend Besuchern des Deutschen Museums werden hier die Schätze des Wissens aus dem Gebiete der Naturwissenschaft und Technik in denkbar praktischer Form zur Verfügung gestellt. Den Grundstock der bisherigen Bibliothek bilden schon jetzt 140000 Bücher, 1900 Zeitschriften und Fortsetzungswerke, 45000 Pläne, 13000 Urkunden und etwa 7000 Porträts, die fast alle in großzügigster Weise gestiftet wurden.

Die neuen Räume gestatten große Erweiterungen, die Vervollständigung des bisherigen nicht planmäßig gesammelten Bestandes ist dringend notwendig. Sicher besitzen viele Freunde des Museums wertvolle Bücher, Druckschriften und Urkunden, die für sie entbehrlich sind, für das Museum aber von größtem Nutzen sein würden. Wir bitten diese herzlichst, dem Museum mitzuteilen, welche Bücher, Druckschriften und Urkunden sie abzugeben bereit wären.

Jedes gestiftete Buch erhält in der Bibliothek ein Exlibris, in dem der Name des Stifters verzeichnet ist.

Druckerei K. GmbH., Berlin S 14

Digitized by Google

VOM GLEICHEN VERFASSER ERSCHIEN:

BILDUNGSWERTE DER TECHNIK

DIN A 5, XII | 151 Seiten mit 22 Abbildungen. 1928.
In Leinen gebunden RM 6.30 (VDI-Mitglieder RM 5.65)

In 5 Kapiteln — Geschichte der Technik, der Widerstreit in den Beurteilungen der Technik und seine Ursachen, Technik und Zivilisation, Technik und Kultur, Technik im Erziehungs- und Unterrichtsplan allgemein-bildender Schulen — wird der Anteil der Technik an der heutigen Kultur dargelegt und ihr Anspruch auf eine entsprechende Einstellung unseres Bildungswesens begründet.

Hören Sie die Stimmen der Kritik:

Rundfunk: „. . . . Das Buch sollte jeder Lehrer lesen und jeder, der an der Technik irgendwelches Interesse hat."

Tageszeitung: „. . . . Auf 158 Seiten wird in anregender Darstellung — besonders hervorgehoben sei die feingeschliffene Sprache des Verfassers — das Buchthema abgehandelt, mannigfachen unberechtigten Vorwürfen erfolgreich die Spitze abgebrochen. Ein vortreffliches Buch!"

Ingenieur-Zeitschrift: „. . . . Ich wünsche dieses Buch allen Standesgenossen. Zu Selbstbesinnung, Berufsfreude und Standesstolz soll es zu führen helfen. Aber auch von allen gebildeten Laien möge es gelesen werden! . . ."

Pädagogen-Blatt: „. . . . Man darf behaupten, daß die Durchführung der hier vertretenen Gedanken geeignet ist, unser Bildungswesen zu bereichern und zu vertiefen und besonders auch zur Heilung unserer sozialen Gebrechen beizutragen."

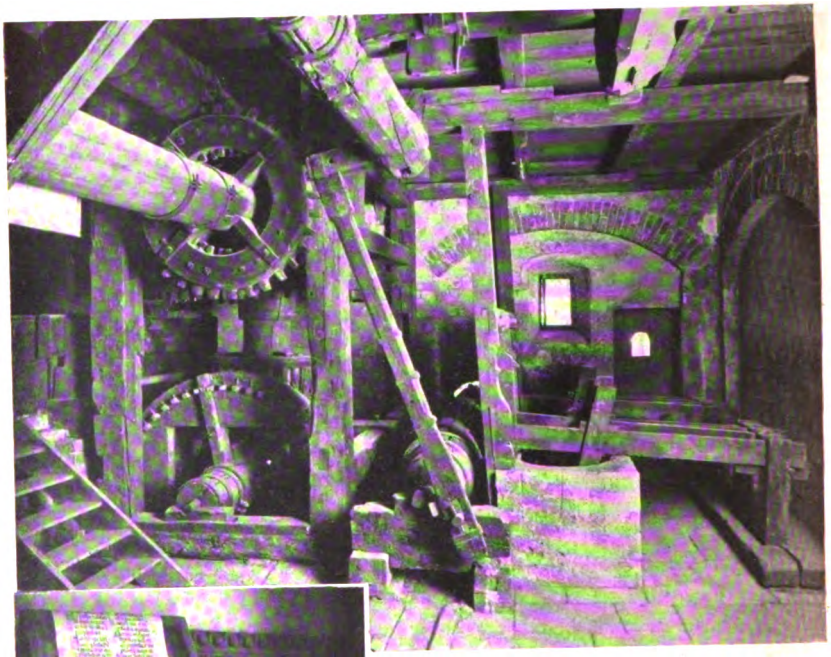
Wirtschafts-Blatt: „. . . . Unser technisches Zeitalter mit all seinen Verzügen und Nöten wird in einer kaum zu überbietenden Anschaulichkeit und treffsicheren Eindringlichkeit dargestellt, daß dieses Werk glattweg als „Das Buch unserer Zeit" bezeichnet werden muß."

Auslands-Zeitung: „. . . . Eine schwere Aufgabe, eine objektiv denkende Persönlichkeit, ein starker Wille und ein ehrlicher Glaube an die Ethik in der Technik: daraus entstand das Buch, das „In die Bibliothek eines jeden Technikers gehört"? — nein, in Hirn und Herz aller schaffenden Menschen in Werkstatt und Büro! . . ."

Durch jede Buchhandlung zu beziehen!

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7

Digitized by Google



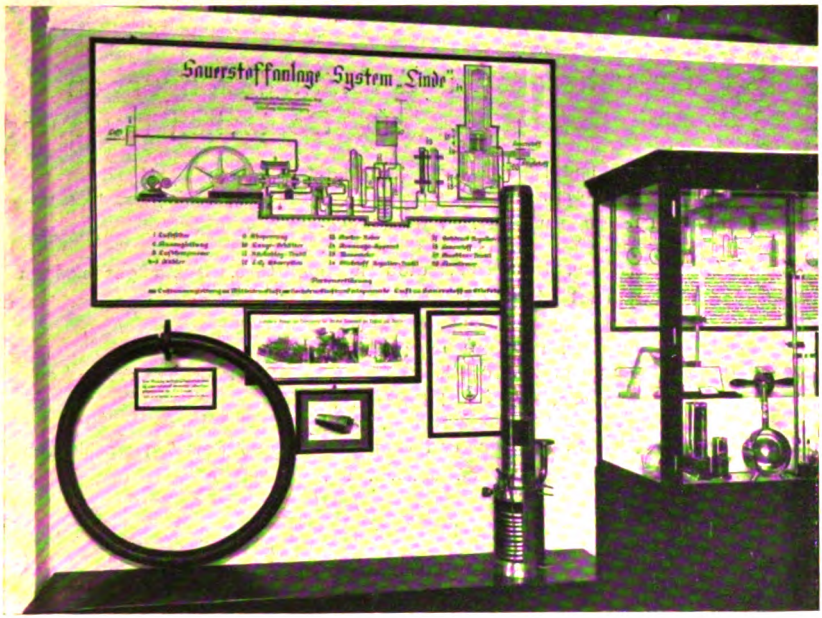
Oberes Bild: Papiermühle zu Haynsburg, gegründet um 1700 in Betrieb bis 1909. Teilansicht

Nebenstehend: Mittelalterliche Schreibstube

Digitized by Google

Munich

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE



Carl von Linde

zum

90. Geburtstag

VDI-VERLAG GMBH · BERLIN NW 7 · 1932

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Gas- und Wasserversorgung, Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis ab 15. Mai 1932:
Erwachsene RM 1,—, Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Werktagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen ½10—½1 und ½3—½9
an Sonntagen 10—6 Uhr durchgehend
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt eine Aufnahme aus der Gruppe Gasverflüssigung. Links ist eine Windung der Gegenstromspirale des ersten industriell verwendeten Luftverflüssigungsapparates und rechts ein Rektifikationsapparat zur Zerlegung der flüssigen Luft in Sauerstoff und Stickstoff von C. von Linde dargestellt.

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

Carl von Linde

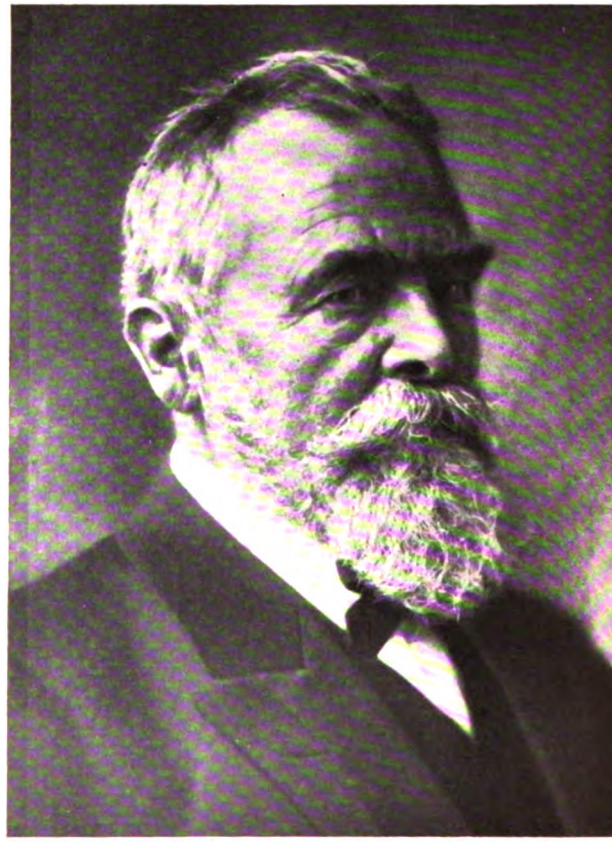
zum 90. Geburtstage am 11. Juni 1932.

In Ihrem Leben war Ihnen Erfolg auf Erfolg beschert. Ihre Erfindungen haben der Physik und Technik neue Gebiete eröffnet. Ihnen ist die Verehrung aller derjenigen zuteil geworden, denen es vergönnt war, mit Ihnen in Berührung zu kommen.

Das Deutsche Museum, sein Vorstand und Vorstandsrat, bringt Ihnen zum 90. Geburtstage die herzlichsten Glückwünsche dar, dankbar dafür, was Sie als langjähriges Vorstandsmitglied seit Begründung des Museums für dasselbe getan haben, und stolz darauf, daß es Sie auch jetzt noch als Ehrenmitglied unter die Seinen zählen darf.

Deutsches Museum

Vorstandsrat | Vorstand



Dr. Carl v. Linde.

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 3

CARL VON LINDE
ZUM 90. GEBURTSTAG

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Nach der 1916 erschienenen Selbstbiographie[1])

„Aus meinem Leben und von meiner Arbeit"

Von Carl Linde

Meine ersten sechs Kinderjahre habe ich im Pfarrhause zu Berndorf in Oberfranken verlebt, wo ich am 11. Juni 1842 geboren war, als drittes Kind, dem noch sechs Geschwister folgten. Die Einfachheit und Zucht der Lebensführung, die als charakteristische Züge der deutschen Pfarrfamilien bekannt sind, waren in unserem Elternhause verbunden mit dem tatkräftigen Willen, den Kindern alles Erreichbare zu bieten, was zu geistiger Förderung und zur Ausbildung vorhandener Fähigkeiten dienen konnte. Mit Rücksicht auf die Unterrichtsbedürfnisse seiner Kinder trat mein Vater im Jahre 1849 die dritte Pfarrstelle in Kempten an, rückte aber nach kurzer Zeit an die zweite und 1852 an die erste Stelle unter gleichzeitiger Übernahme des Dekanates vor. Gleich nach unserer Übersiedelung von Berndorf wurde ich der Volksschule übergeben. Im Jahre 1853 wurde ich dem humanistischen Gymnasium zugeführt und im Sommer 1861 wurde das Abiturientenexamen mit einem „guten Zweier" absolviert. Von der Zeit, welche während jener acht Jahre nicht im Schulzimmer zugebracht wurde, ist jedenfalls nur ein sehr kleiner Teil von mir für die Schule verwendet worden. Neben der Lektüre und dem Naturgenusse hat der Verkehr in einer befreundeten Familie einen erheblichen Teil meiner freien Zeit in Anspruch genommen. Der Direktor d'Henglière der Aktienbaumwollspinnerei Kempten bewohnte mit seiner Familie eine in schönem Garten nahe der Fabrik gelegene Villa. Der behäbige Zuschnitt des Hauses, der schöne Garten und die meist Sonntag nachmittags auch für mich einen Platz bietende Equipage mögen — neben dem sogleich zu erwähnenden Einfluß — bei dem Reize dieses fast täglichen Verkehres mitgewirkt haben. Der Einfluß, von dem ich eben sprach, ging von den häufigen Besuchen in der recht bedeutenden Baumwollspinnerei aus. Insbesondere die großen Kraftmaschinen — Turbinen und Dampfmaschinen — zogen mich mächtig an und übten eine Wirkung aus, die für meine Berufswahl entscheidend geworden ist.

In den Tagen, welche für mich nach außen hin eine Befreiung aus Gymnasialfesseln bedeuteten, geschah es, daß ein starkes inneres

[1]) Linde, Carl: Aus meinem Leben und von meiner Arbeit. Aufzeichnungen für meine Kinder und meine Mitarbeiter. Als Manuskript gedruckt, München 1916, R. Oldenbourg.

Digitized by Google

Band sich mir angelegt hat. Eine Base meiner Mutter, die Frau des Generalstaatsanwalts Grimm in Berlin, verweilte mit ihrer bald achtzehnjährigen Tochter Helene gelegentlich einer Reise nach der Schweiz einige Tage bei uns in Kempten. Das von einer für mich neuen geistigen Atmosphäre umwehte Kusinchen hinterließ einen so tiefen Eindruck, daß von Stund' an — wenn auch mehrere Jahre hindurch in banger Hoffnungslosigkeit — alle Sehnsucht der Jünglingsjahre auf sie gerichtet blieb und jede andere Einwirkung weiblicher Anziehung ausgeschlossen wurde.

Dem bestimmt ausgesprochenen Wunsche, Maschinenbauer zu werden, setzte mein Vater keinen Widerspruch entgegen, dagegen konnte ich die Erlaubnis zum Besuch des Züricher Polytechnikums nur schwer erlangen. Das Eidgenössische Polytechnikum in Zürich und insbesondere deren „mech.-technische Abteilung" stand damals auf einer Höhe, die weder von anderen deutschen Technischen Hochschulen bis dahin erreicht war, noch auch bei ihr selbst sich erhalten hat. So war die höhere Mathematik durch Dedekind und dann durch Christoffel, die Physik durch Clausius, Mechanik und theoretische Maschinenlehre durch Zeuner, Maschinenbaukunde durch Reuleaux vertreten. Den Vorlesungen und Übungen bin ich während der drei Jahre mit absoluter Regelmäßigkeit gefolgt. Neben den eigentlichen Berufsfächern konnte ich in allen Semestern mehrere „allgemeinbildende" Vorlesungen meinem Stundenplane einverleiben. Durch einen Zwischenfall zwischen der Studentenschaft und dem Direktor am Ende des letzten Semesters verlor ich zwar die Erlangung des Ingenieurdiploms, aber zwei empfehlende Zeugnisse, welche Zeuner und Reuleaux als Ersatz mir zu geben die Güte hatten, sind für mich weit wertvoller gewesen.

Besonders von Reuleaux war es uns als unerläßlich bezeichnet worden, die Handarbeiten des Maschinenbauers in längerer Werkstättenpraxis zu erlernen. Um dies am Wohnsitz meiner Eltern durchführen zu können, erlangte ich Zutritt als Volontär in einer mechanischen Werkstätte, welche der Baumwollspinnerei Kottern angegliedert war. Gegen Ende des Jahres (1864) wünschte ich dringend eine Veränderung. Nachdem meine schriftlichen Bewerbungen erfolglos geblieben waren, unternahm ich Anfang 1865 eine Reise nach München und Augsburg zu persönlicher Vorstellung, gelangte aber weder in der Maffeischen Fabrik noch in der Maschinenfabrik Augsburg über die Portierloge. Ende Februar entschloß ich mich mit Zustimmung meines Vaters, nach Berlin zu gehen, um bei einer der dortigen Maschinenfabriken in irgend einer Funktion Beschäftigung zu erlangen. Herr Borsig erklärte mir, er sei bereit, mich als Werkstättenvolontär mit Anwartschaft auf eine Stelle im Zeichenbüro eintreten zu lassen. Nach wenigen Monaten wurde ich in die Montagehalle versetzt, wo ich hauptsächlich beim Zusammenbau der Steuerungen Beschäftigung fand.

Digitized by Google

Gesteigert wurde der Wert meiner jetzigen Tätigkeit dadurch, daß ich die Vergünstigung erhielt, mehrere Lieferungen von Lokomotiven zu begleiten und dabei den Fahrdienst kennen zu lernen. Im August 1865 wurde ich in das Zeichenbüro aufgenommen mit einem monatlichen Anfangsgehalte von 16 Talern. Es hätte nahegelegen, in der Borsigschen Fabrik ruhig auf Avancement zu dienen, allein die Sehnsucht nach einer Stellung, welche in absehbarer Zeit die Möglichkeit der Begründung eines eigenen Hausstandes bieten würde, stand in starkem Gegensatze zu den Aussichten, welche hierzu hier bestanden. Da wurde mir klar, daß ich einen anderen Weg einschlagen müsse. Mein Vater hatte mich auf eine Zeitungsnachricht aufmerksam gemacht, wonach eine neue Lokomotivfabrik in München unter Leitung des seitherigen Maschinenmeisters Krauß, der Nordostbahn in Zürich gegründet werden sollte. Ich schrieb an Krauß, bot ihm meine Dienste an und zwar — unter dem starken Drange nach vorwärts — meine Dienste als Vorstand des technischen Büros. Am 20. Februar erhielt ich telegraphisch die Mitteilung, die Lokomotivfabrik sei gegründet; ich möge baldmöglichst in Zürich eintreffen, wo ich die Pläne für die Einrichtung der Lokomotivfabrik entwerfen solle. Gleichzeitig mit mir traf auch der Baumeister Del Bondio ein zum Abschluß über die Ausführung der in München zu errichtenden Gebäude. Die Bauarbeiten in München wurden durch den Krieg (1866) nicht unterbrochen. Anfang August siedelten wir von Zürich nach München über, und bald konnte mit der inneren Einrichtung der Werkstätten begonnen werden. Am 17. September durfte ich in Kempten Hochzeit feiern. Unser bescheidenes Heim in München war noch kaum eingerichtet, als mir die große Freude zuteil wurde, Fr. Th. Vischer als unseren ersten Tischgast begrüßen zu dürfen.

Anfang März 1867 war unsere erste Lokomotive fertiggestellt und sollte zur Weltausstellung nach Paris abgehen. Ich übernahm es, Transport und Aufstellung zu leiten. Gerade noch rechtzeitig vor der feierlichen Eröffnung der „großen" Ausstellung stand sie fertig an ihrem Platze. Ich sah den Kaiser Napoleon mit seiner schönen Gemahlin auf dem Rundgange vor der süddeutschen Maschinengruppe Halt machen und eine Anrede des Präsidenten Steinbeis entgegennehmen. Die Jury erkannte der Kraußschen Maschine die große Goldene Medaille zu. Heute steht sie, nachdem sie damals preisgekrönt von Paris nach Oldenburg gegangen war und dort bis zum Jahre 1900 ununterbrochen Dienst getan hat, im Deutschen Museum zu München als ein Meisterwerk deutscher Technik und Erstling einer weitverbreiteten Gattung und als Denkmal für ihren Urheber.

Bei meiner Rückreise nach München holte ich in Kempten meine Frau ab, wobei mein Vater auf einen Zeitungsbericht über die beab-

Digitized by Google

sichtigte Errichtung einer Technischen Hochschule in München hinwies. Mein Vater empfahl mir, den ihm bekannten Oberbaudirektor v. Pauli aufzusuchen, und dieser schickte mich zu Professor Bauernfeind, der als Organisator der technischen Hochschule ins Auge gefaßt sei. Da die Hochschule erst im Herbst 1868 eröffnet werden sollte, empfahl mir Professor Bauernfeind an der Ingenieurschule als Privatdozent Vorträge zu halten.

Am 24. August 1868 unterzeichnete der Minister ein Dekret, durch welches mir die Ernennung „zum außerordentlichen Professor der Maschinenlehre an der polytechnischen Schule in München mit einem Jahresgehalte von 1000 Gulden" eröffnet wurde. In meinen Lehrauftrag an der Hochschule war neben der theoretischen Maschinenlehre auch die Abhaltung von Vorträgen über Spinnerei und Weberei für Maschineningenieure und Zollamtskandidaten aufgenommen. — Eine ziemlich umfangreiche Tätigkeit habe ich in jener Zeit auch technischen Vereinen gewidmet und an ihren Unternehmungen wesentlichen Anteil genommen. Dem Ausschusse des Polytechnischen Vereins oblag insbesondere auch die Begutachtung und technische Erledigung der einlaufenden Anträge auf Erteilung bayerischer Patente. Sodann fiel mir die Vorbereitung und geschäftsführende Organisation zweier Unternehmungen zu, nämlich des Bayerischen Dampfkessel-Revisions-Vereins und der Münchner Heizversuchstation.

Den ersten Anstoß zu meiner Tätigkeit auf dem Gebiete der Kältetechnik gab ein Preisausschreiben für eine Kühlanlage zum Auskristallisieren von Paraffin. Es erfaßte mich sofort der Gedanke, daß hier eine noch ungeklärte Aufgabe der mechanischen Wärmelehre vorliege. Sofort ging ich daran, diese Grundlagen für eine Theorie der Kältemaschinen aufzusuchen. Nachdem ich theoretische Einsicht in das Problem der mechanischen Kühlung gewonnen und dabei festgestellt hatte, daß keine der bis dahin bestehenden Kältemaschinen mehr als $^1/_5$ der naturgesetzlich höchst erreichbaren Leistung geliefert habe, lag es nahe, zu überlegen, ob und auf welche Weise ein besseres Ergebnis zu erzielen sei. Den Inhalt dieser Überlegungen veröffentlichte ich 1871 in der Abhandlung „Verbesserte Eis- und Kühlmaschine". Mein Kollege Erlenmeyer machte den Dr. Böttinger auf meine Arbeiten aufmerksam und letzterer fand Gelegenheit, den Generaldirektor Deiglmayr der Dreherschen Brauereien darauf zu verweisen. Hierauf kam Deiglmayr mit dem Maschinenfabrikanten Prick aus Wien nach München, um mich zu fragen, ob ich bereit sei, auf Grund meiner Vorschläge eine Kältemaschine für Triest ausführen zu lassen. Ich mußte ihm antworten, daß mit einem mehr oder weniger langen Versuchsstadium zu rechnen sei, weshalb ich empfahl, den Münchner Großbrauer Gabriel Sedlmayr um die Erlaubnis anzugehen, daß die Versuchsmaschine bei ihm aufgestellt und ausprobiert werden dürfe.

Digitized by Google

Herr Sedlmayr erklärte sich nicht blos hierzu bereit, sondern zur Übernahme der ganzen Sache auf eigene Rechnung. Von Anfang an betonte ich, daß es sich nicht blos darum handle, Kältemaschinen mit höherem als dem bisher erreichten Wirkungsgrad zu bauen, sondern daß auch geeignete Mittel für die Verwendung und Übertragung der Kälte zu finden seien. Den Nachweis, daß bei Verbindung direkter Kühlung mit einer Kältemaschine besseren Wirkungsgrades die Kosten unter denjenigen Betrag sinken würden, welcher auch bei günstigen Beschaffungsverhältnissen für Natureis aufzuwenden sei, führte ich im Juni 1873 in einem Vortrage vor dem Internationalen Brauerkongreß während der Weltausstellung in Wien mit dem Erfolge, daß mehrere der hervorragendsten Bierbrauer in nähere und dauernde Verbindung zu mir traten. Inzwischen war für den Bau einer ersten Kältemaschine der Entwurf fertiggestellt und der Maschinenfabrik Augsburg zur Ausführung übergeben worden. Nachdem verschiedene Schwierigkeiten der Ingangsetzung überwunden und wir zu Leistungsmessungen gelangt waren, zeigte sich zu unserer großen Befriedigung, daß der erzielte Wirkungsgrad mindestens doppelt so groß war, als der als bester aus Messungen an den bisherigen Kältemaschinen bekannte.

Gedämpft war diese Befriedigung freilich dadurch, daß der Betrieb der Gaspumpe fortwährend einer so aufmerksamen Überwachung bedurfte, daß diese Bauart für die Erfordernisse der Praxis nicht als geeignete Lösung gelten konnte. So erschien mir der Bau einer zweiten Maschine dringend wünschenswert. Ich trug jedoch Bedenken, Herrn Sedlmayr auch die Kosten für eine solche—und etwaige weitere Auflagen — zuzumuten. Als ich hierüber mit Herrn Krauß (meinem früheren Chef), mich gelegentlich unterhielt, machte er den Vorschlag, ich möge Patente nehmen und einem Konsortium einen Teil des Patentbesitzes gegen Aufbringung der Mittel überlassen, welche zur Entwicklung der Sache bis zu industrieller Brauchbarkeit nötig seien. Diesem Vorschlage folgend schloß ich ein Abkommen mit den Herren Krauß, Sedlmayr und Buz, dem Direktor der Maschinenfabrik Augsburg. So schritt ich zur Ausführung jenes zweiten Entwurfes. Schon die ersten Versuche mit diesem zweiten Kompressor zeigten völlig befriedigende Ergebnisse. Im Frühjahr 1877 wurde die zweite Maschine in der Dreherschen Brauerei zu Triest aufgestellt und hat daselbst bis zum Jahre 1908 zu voller Zufriedenheit gearbeitet und nunmehr im Technischen Museum zu Wien als „Erstling der Lindeschen Kältemaschinen" Aufnahme gefunden. Wenn wir trotzdem nicht bei dieser Bauart stehen geblieben, vielmehr unter völliger Annäherung an die üblichen Anordnungen von Gaspumpen zu einer dritten Bauform übergegangen sind, so war dies einerseits dadurch veranlaßt, daß durch die seitherigen Beobachtungen die Furcht vor Gasverlusten vermindert war, und anderseits dadurch, daß die Herstellungskosten der üblichen

Digitized by Google

liegenden und doppeltwirkenden Gaspumpen wesentlich niedriger erschienen, als diejenigen der stehenden einfachwirkenden Doppelpumpen, deren Hubzahl mit Rücksicht auf die Hin- und Herbewegung der Sperrflüssigkeit immer noch eine beschränkte bleiben mußte. Wie so oft bei der Lösung neuer Aufgaben vollzog sich dieselbe auch hier unter dem Übergange von komplizierten zu immer einfacheren Konstruktionsmitteln. Nach Ingangsetzung des ersten liegenden doppeltwirkenden Ammoniakkompressors — er war von der Maschinenfabrik Augsburg in ebenso mustergültiger Weise ausgeführt wie die früheren Bauarten — überzeugten wir uns davon, daß es mit dieser Anordnung leicht möglich war, die Ammoniakverluste auf ein so geringes Maß zu beschränken, daß sie kein Hindernis in technischer und ökonomischer Hinsicht darstellten. Diese dritte Bauform ist bis heute beibehalten und in Europa ganz allgemein für die Kompressoren der Kältemaschinen zur Anwendung gelangt, während in Amerika teilweise die zweite Bauform festgehalten wurde. Durch die Lieferung der bereits genannten und mehrerer anderer Anlagen waren wir aus dem Zustand der technischen Entwicklung bereits in den Zustand der industriellen Verwertung übergetreten. Da ich damals noch nicht daran dachte, mich an derselben unmittelbar und dauernd zu beteiligen, so war hierfür eine Organisation zu schaffen. Ich schlug deshalb unserem Konsortium vor, mit Maschinenfabriken von möglichst hoher Leistungsfähigkeit in ein Vertragsverhältnis einzutreten, durch welches denselben je für bestimmte Ländergebiete das Ausführungs- und Lieferrecht gegen Abgabe von Lizenzgebühren übertragen werden sollte. Solche Verträge schloß ich in erster Linie mit der Maschinenfabrik Augsburg für Deutschland und mit Gebrüder Sulzer in Winterthur für die Schweiz, Italien und Spanien ab. Wenn ich aber angenommen hatte, daß durch die getroffenen Maßnahmen meine Tätigkeit auf dem Gebiete der Kältetechnik im wesentlichen zum Abschluß kommen werde, so stellte sich dies bald als Irrtum heraus. So kam ich 1878 wiederholt nach Frankfurt und Mainz zu Besprechungen mit einigen Brauereibesitzern. Als ich mit Bedauern von der Notwendigkeit sprach, mich von der weiteren Teilnahme an der Entwicklung der Kältetechnik zurückziehen zu müssen, weil Kollisionen zwischen den damit verbundenen Beanspruchungen und zwischen meinen Pflichten als Professor daraus entstehen müßten, machte Herr Generaldirektor Lang den Vorschlag, eine Gesellschaft zu bilden, welche unter meiner Leitung (nach Rücktritt vom Lehramte) sich mit dem Entwerfen und Liefern von Kälteanlagen befassen sollte.

In den letzten Tagen des Jahres 1878 reichte ich das Gesuch um Entlassung aus dem Staatsdienste ein, welches für Ende des Wintersemesters genehmigt wurde. Als Sitz für die zu bildende Gesellschaft hatte ich Frankfurt ins Auge gefaßt. Herr Lang wußte mich indessen

Digitized by Google

zur Wahl von Wiesbaden zu bestimmen, wo er selbst Wohnsitz zu nehmen im Begriffe war. Mit einem Zimmer und einem Zeichner eröffnete ich den Betrieb. Nichts geschah, um die Gründung der Gesellschaft (welche formell erst am 21. Juni erfolgte) in weiten Kreisen bekanntzumachen, und jede Reklame für unsere Maschinen unterblieb. Unser stiller Anfang wurde während der ersten Monate von außen her durch eine fast bedrückende Ruhe in dem Fortgange von Verhandlungen und Aufträgen für die Lieferung von Kälteanlagen beantwortet, so daß der Eindruck entstand, als sei das erste dringende Bedürfnis bereits befriedigt. Ich wandte mich deshalb sogleich auch der in zweiter Linie in Aussicht genommenen Aufgabe unserer Gesellschaft zu, nämlich der Errichtung von Kälteanlagen, zunächst von Eisfabriken in eigener Unternehmung, welche als Musteranlagen die Grundlagen für die weitere Entwicklung bilden sollten. So wurde der Bau einer Eisfabrik in Elberfeld-Barmen in Angriff genommen, woselbst die Bierbrauereien sich zur Abnahme bestimmter Eismengen verpflichteten. Eine kleinere Eisfabrikationseinrichtung hatten wir für die 1880 in Düsseldorf stattfindende Ausstellung zu entwerfen. Der Barmer Erfolg ermunterte uns zur Unternehmung weiterer Eiswerke in Stuttgart und München und in Straßburg. Die Tatsache, daß der größte Teil des in unseren vier Eiswerken hergestellten Eises zu bis dahin für Kunsteis unerhört niedrigen Preisen mit Nutzen verkauft werden konnte, stellte die Industrie der Eisfabrikation auf eine neue wirtschaftliche Grundlage. Damit hatten wir einen Hauptzweck der Anlagen erreicht, welche gleichzeitig uns zur Sammlung von Erfahrungen und zur Schulung von Personal wertvolle Dienste leisteten. Für die Organisation der Lieferung von Kälteanlagen, welche noch im Jahre 1879 ihren raschen und nachhaltigen Aufschwung begann, hatten wir mit unseren Maschinenfabriken uns dahin geeinigt, daß sie uns das an sie früher abgetretene Verkaufsrecht zurückgaben, wogegen ihnen für die betreffenden Ländergebiete das alleinige Ausführungsrecht verblieb. Mag durch die strenge Bindung an die beiden Werke für unsere Gesellschaft die Möglichkeit verlorengegangen sein, durch Einholung von Angeboten im Wettbewerbe billigere Preise zu erlangen, so ist zweifellos die hohe und gleichmäßige Qualität der Maschinen ein wesentliches Moment für den Erfolg unserer Arbeit gewesen und geblieben, so daß ich diese Bindung niemals bereut oder beklagt habe.

Der Gegensatz zwischen den Interessen der Allgemeinheit an lebendigem Wettbewerbe und den Sonderinteressen derer, die durch solchen Wettbewerb sich beeinträchtigt sehen, führt zu Konflikten, bei welchen der Kämpfende auch dann nicht auf Zustimmungen rechnen darf, wenn er gegen wirkliche Rechtsverletzung vorgeht. Eine deutliche Empfindung hiervon hat es mir schwer gemacht, zweimal während meiner Wiesbadener Amtszeit in solche Kämpfe einzutreten zu

Digitized by Google

müssen. Unter solchen Umständen erschien es mir unerläßlich, Wege zu finden, um in offenkundiger und beweiskräftiger Weise die wahren Leistungsverhältnisse unserer Maschinen nachzuweisen. Ich sah einen solchen Weg in der Organisation der Versuchstation in München. Wir erbaten und erlangten beim Polytechnischen Verein in München, daß er mit den von uns angebotenen Mitteln eine Versuchstation an der von uns erworbenen Baustelle errichtete. Die vom Verein ernannte Prüfungskommission bestand unter dem Ehrenvorsitze Zeuners aus den Münchner Herren Schröter, Aubry, Voit, Gyssling und den Herren Brauer in Karlsruhe und Schöttler in Braunschweig. —

Im Frühjahr 1889 waren die zehn Jahre abgelaufen, für welche ich mich als Vorstand der Gesellschaft verpflichtet hatte. Ich mußte mir die Frage vorlegen, ob ich meine Berufsarbeit weiterhin an dieses Amt binden oder mir einen veränderten Wirkungskreis gestalten solle. Die Aufgabe, deren Durchführung mich seinerzeit zum Rücktritt von meiner akademischen Tätigkeit bestimmt und in welcher ich volle Befriedigung gefunden hatte — Förderung der Kältetechnik mit den dem Maschineningenieur und dem Wärmetheoretiker zur Verfügung stehenden Mitteln —, durfte ich über alle Erwartung hinaus als gelöst betrachten. Die Überlegung, ob das mir verbliebene Arbeitsvermögen — noch war ich nicht fünfzig Jahre alt — gerade hier die beste Verwendung finden werde, wurde beeinflußt durch das Verlangen nach der Rückkehr zu wissenschaftlicher Tätigkeit und nach Wiedereintritt in die Atmosphäre der geistigen und allgemeinen Interessen, die ich beim Abgang von München hatte verlassen müssen. Dabei fühlte ich auch die Verpflichtung zur Beteiligung an öffentlichen Angelegenheiten, denen ich während meiner Wiesbadener Zeit gänzlich entzogen war. So entschloß ich mich nach München zurückzukehren, dort — ohne Übernahme bestimmter Verpflichtungen — eine beschränkte Lehrtätigkeit an der Technischen Hochschule wieder aufzunehmen und in unserer Kälteversuchstation mich experimentellen Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der tieferen und tiefsten Temperaturen zu widmen. Mit Rücksicht auf die damals schwebenden Angelegenheiten verschob ich indessen meinen Rücktritt von dem Amte des Vorstandes um ein Jahr bis zum März 1890 und blieb dann noch ein weiteres Jahr in Wiesbaden, um den zu meinem Nachfolger bestimmten Herrn Schipper im ersten Jahre seiner Amtsführung zu unterstützen. Mit besonderer Befriedigung hat es mich erfüllt, daß bei meinem Rücktritte von elfjähriger Amtstätigkeit als Vorstand rund 1000 Kältemaschinen geliefert waren, ohne daß ein einziger Rechtsstreit damit verbunden war.

Im Mai 1891 fand unsere Übersiedlung statt, zunächst nach Berchtesgaden, wo wir bis zum Herbst in dem Hause Wohnung nahmen, das ich auf dem Salzberg gebaut hatte. Dort feierten wir im September unsere „silberne Hochzeit", umgeben von unseren sechs Kindern und

Digitized by Google

acht Geschwistern mit deren Kindern und mit den immer noch rüstigen Eltern meiner Frau.

Der inneren Anziehung, welche die Kälteversuchstation bei meiner Rückkehr nach München ausgeübt hatte, folgte dadurch eine äußere Annäherung, daß an Stelle eines alten Vorderhauses ein Neubau errichtet wurde, in dessen Erdgeschoß das Filialbüro der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen Platz fand, während die oberen Stockwerke von mir als Wohnung gemietet wurden.

Meine Gedanken beschäftigten sich schon seit längerer Zeit mit den neueren Entdeckungen auf dem Gebiet weit tieferer Temperaturen, wie sie zur Verflüssigung der „permanenten" Gase erreicht werden mußten. Einen Überblick über diese Entdeckungen gab ich in einem im Januar 1893 im Polytechnischen Verein gehaltenen Vortrag „über die Verflüssigung der Gase". Noch fehlte ein gangbarer Weg aus dem Laboratorium des Naturforschers in die Werkstätte, und es drängte sich mir das Aufsuchen eines solchen Weges als nächstliegende Aufgabe auf. Im Sommer 1894 hatte ich eine Richtlinie für denselben gefunden und ging daran, ihn auszubauen. Die Überlegung, daß bis zur Verflüssigung hinab dasselbe Verfahren anwendbar bleiben müsse, welches in den üblichen Kaltluftmaschinen zu Abkühlungen bis zu ungefähr —60°C reicht, wenn es nur gelänge, solche aufeinanderfolgende Abkühlungen in ihrer Wirkung zu summieren, führte folgerichtig zu dem Gedanken, das durch Expansion abgekühlte Gas im Gegenstrome dem zur nächsten Expansion gelangenden entgegenzuführen und dadurch die Anfangstemperatur der nachfolgenden Expansion der Endtemperatur der vorausgehenden zu nähern. Im Mai 1895 konnte mit den Versuchen begonnen werden. Wie voraus berechnet, nahm die Abkühlung des schweren Apparates so lange Zeit in Anspruch, daß ein Tag hierzu nicht ausreichte und daß während der Nacht je ein Teil der erzielten Temperatursenkung wieder verloren ging. Erst am dritten Tag stellte sich Beharrungszustand in jener Lage ein, die den von den Physikern festgestellten Bedingungen für die Sättigung bzw. Verflüssigung entspricht. Noch arbeiteten wir solange fort, bis die Ansammlung einer bestimmten Menge von flüssiger Luft erwartet werden durfte. Dann ließen wir, zwischen aufsteigenden Wolken, die schöne bläuliche Flüssigkeit in einen großen Blecheimer sich ergießen. Die stündliche Ausbeute betrug etwa 3 Liter. Zum ersten Male war in solcher Größenordnung Luft verflüssigt worden und dies mit Hilfsmitteln, welche gegenüber den bisher gebrauchten von verblüffender Einfachheit waren.

In den Pfingsttagen 1895 hatte ich Gelegenheit, bei der Tagung des Kuratoriums der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt einem größeren Kreise von Physikern über das Verfahren zu berichten.

Digitized by Google

Die erste Mitteilung in der Öffentlichkeit war, einem Wunsche des Vereinsvorstandes entsprechend, der im August stattfindenden Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure vorbehalten. Da ich damals Mitglied des Vorstandes war, so wünschte ich nicht selbst damit aufzutreten, sondern bat Professor Schröter, dies zu tun.

Ich hatte nicht die Absicht, das Luftverflüssigungsverfahren unter Patentschutz zu stellen, und es sind von uns niemals gegen die Lieferung von auswärtigen Nachahmungen Einwendungen erhoben worden, wenn es sich um wissenschaftliche Zwecke handelte. Anders dagegen war bezüglich der übrigen, zunächst nur in ihren naturgesetzlichen Grundlagen erfaßten Nutzanwendungen zu verfahren. So meldete ich jetzt in verschiedenen Ländern zunächst eine „Sauerstoffmaschine" an, wobei ich von meinem Luftverflüssigungsverfahren ausgehen mußte, weil ein anderes hierzu brauchbares Verfahren noch nicht bekannt war.

Für Erwerbung und Verwertung dieser Patente sind mir mehrfache Anträge gemacht worden, die ich ablehnte, nachdem unsere Gesellschaft für Lindes Eismaschinen sich bereit erklärte, selbst in diese Verwertung und in die Bearbeitung derjenigen Verfahren einzutreten, welche für die Nutzbarmachung der Gasverflüssigung sich weiterhin ergeben sollten. Zur technischen und geschäftlichen Bearbeitung wurde in München eine besondere Abteilung für Gasverflüssigung gebildet, welche „meinen Instruktionen unterstellt sein" sollte.

Diese „Abteilung B" hatte bis zum Jahre 1901 ihren Sitz in der Kälteversuchstation in München. Als der Durchführung ihrer Aufgaben in größerem Maßstabe sich örtliche und räumliche Schwierigkeiten entgegenstellten, suchte ich nach einem geeigneten außerhalb gelegenen Arbeitsplatz und fand einen solchen in Höllriegelskreuth. Zunächst errichteten wir dort neben dem Bürogebäude eine Versuchshalle und stellten eine Maschine auf, welche bis zu 70 l flüssiger Luft stündlich zu beschaffen vermochte. Im Jahre 1902 schritten wir hier zur Einrichtung unserer ersten Sauerstoffabrik und weiterhin zum Bau von Werkstätten, in welchen unsere Gesellschaft die Verflüssigungs- und Trennungsvorrichtungen selbst herzustellen begann. —

Schon im Herbst 1892 habe ich Vorlesungen über „Theorie der Kältemaschinen" an der Technischen Hochschule in München aufgenommen und je im Wintersemester bis zum Jahre 1910 fortgesetzt, zu welcher Zeit ein Halsleiden ihnen ein Ende machte. Als Lehrfach, mit welchem ich in das „Programm" aufgenommen wurde, hatte ich „Angewandte Thermodynamik" angegeben, und dabei die Absicht gehabt, mich nicht auf Kältemaschinen zu beschränken, sondern mich in einige Gebiete der physikalischen Chemie und der Meteorologie einzuarbeiten. Dazu ist es unter dem Drucke der anderweitigen Unternehmungen nicht gekommen. —

Digitized by Google

Meine Berufung in das Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt erfolgte Anfang 1895, und habe ich seitdem regelmäßig an den alljährlich bei Beginn der Osterferien erfolgten je mehrtägigen Tagungen in Charlottenburg teilgenommen.

Angesichts der Tatsache, daß der Schwerpunkt meiner Arbeit seit anderthalb Jahrzehnten auf technisch-industriellem Gebiet gelegen hatte, kam mir im Jahre 1896 die Berufung in die Bayerische Akademie der Wissenschaften, also in eine rein wissenschaftliche Körperschaft, sehr überraschend. Zweifellos ist die Wahl veranlaßt worden durch den Wert, der auch von wissenschaftlicher Seite meinem Luftverflüssigungsverfahren beigelegt wurde. Wohl aus demselben Grunde folgte kurz darauf meine Ernennung zum korrespondierenden Mitgliede der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

Nachdem ich im Herbst 1891 in München Wohnung genommen hatte, suchte ich wieder Anschluß an die berufsgenossenschaftlichen Vereinigungen, denen ich in früherer Zeit angehört hatte, an den Polytechnischen Verein und an den seinerzeit von mir mitbegründeten Bezirksverein deutscher Ingenieure. Der Verein deutscher Ingenieure umfaßte damals in 35 Bezirksvereinen rund 10 000 Mitglieder. Durch seine Hauptversammlung 1894 in Berlin wurde ich in den fünfgliedrigen Vorstand berufen. Bald trat ich insbesondere zu dem Vereinsdirektor Peters in freundschaftliche Beziehungen, dessen unbestechlich feste und taktvolle Geschäftsführung durch die Feinheit und Güte seiner Persönlichkeit geadelt war. In jener Hauptversammlung ist als ein Mittel zur Auszeichnung hervorragender Ingenieure und zum Andenken an den um die Gründung und Entwicklung des Vereins hochverdienten Lehrer der theoretischen Maschinenlehre Franz Grashof die nach ihm benannte goldene Denkmünze gestiftet worden. Ich hatte im Jahre 1896 die Freude, dieselbe im Namen des Vereines Herrn Krauß überbringen zu dürfen. Durch Beschluß der Hauptversammlung im Jahre 1897 wurde mir die Ehre der Verleihung an mich selbst zuteil. Meine Beziehungen zum Verein deutscher Ingenieure blieben seither dadurch lebendig, daß ich dem technisch-wissenschaftlichen Ausschusse angehöre, welcher den Vorstand zu beraten hat. Als Gegenstand für die Vorträge der Hauptversammlung 1903 in München hatte der Ausschuß die „Auswertung der Brennstoffe als Energieträger" dem Vorstande vorgeschlagen. Man bat mich um dessen Behandlung vom thermodynamischen Standpunkte, während Ostwald in chemischer Richtung darüber sprach. Durch diese Hauptversammlung wurde ich zum Vereinsvorsitzenden für die nächste Amtsperiode gewählt. Mit lebhafter Freude habe ich während meiner zweijährigen Amtszeit die Geschäfte geleitet. Alle Verhandlungen waren von dem Geist ernster und strenger Sachlichkeit unter völliger Ausschaltung von

Digitized by Google

persönlichen und parteilichen Sonderwünschen getragen, und fand ich hier das Reden und das Handeln in ein richtigeres Verhältnis zueinander gesetzt, als in vielen anderen hochstehenden Vereinigungen.

Im März 1892 hat der Vorstand des Bayerischen Dampfkessel-Revisionsvereins, an dessen Wiege ich gestanden hatte und dem ich als Ehrenmitglied noch angehörte, mich zu seinem Vorsitzenden gewählt. Das Bewußtsein der wichtigen und erfolgreichen Arbeit, welche der Bayerische Revisionsverein zum Wohle seiner Mitglieder und im Interesse der öffentlichen Sicherheit ausübt, läßt mich mit Befriedigung auf meine Anteilnahme zurückblicken.

Anfang des Jahres 1903 legte Oskar von Miller einer Anzahl von Regierungsvertretern und Berufsgenossen den Plan vor, ein Museum zu begründen, „in welchem die historische Entwicklung der naturwissenschaftlichen Forschung, der Technik und der Industrie in ihrer Wechselwirkung dargestellt und das Andenken an die hervorragendsten Förderer der technischen Wissenschaften der Nachwelt dauernd erhalten werden sollte". Da im Juni jenes Jahres die Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure in München stattfinden sollte, so wünschte Miller die Begründung des Museums damit zusammenfallen zu lassen. Um die erforderliche reale Grundlage zu gewinnen, erbat er von der Staatsregierung die provisorische Überlassung des Gebäudes, aus welchem soeben das Nationalmuseum in sein neues Heim übergesiedelt war. Sie wurde zugesagt unter der Bedingung, daß eine Summe von mindestens 300 000 Mark vorher aufgebracht sein müsse, eine Bedingung, welche in der kurzen Zeit bis zur Hauptversammlung dem aus Miller, Dyck, dem damaligen Rektor der Technischen Hochschule, und mir bestehenden Komitee und späteren „Vorstand" kaum erfüllbar erschien. Ich ging zu Herrn Krauß und schlug ihm vor, mit einer Stiftung von 100 000 Mark den Grundstein zu legen. Beglückt durch die sofortige Annahme dieses Vorschlages, konnte ich den beiden Kollegen die Mitteilung machen, daß die Hälfte der geforderten Summe erreicht sei, da ich die Kraußsche Stiftung durch eine solche unserer Gesellschaft und durch meine eigene soweit ergänzen konnte. Es hat dann wenig Mühe gemacht, in München die ganze Summe aufzubringen.

Es ist bekannt, wie es in beispielloser Weise Miller seither geglückt ist, Hunderte von Mitarbeitern und Millionenwerte in Stiftungen aller Art zu gewinnen. Alljährlich versammeln sich im Herbst der aus nahezu hundert Mitgliedern bestehende Vorstandsrat und der rund fünfhundert Angehörige zählende Ausschuß zu Tagungen in München. Vorher (1907) hat die Tagung „auf Einladung des Kaisers" in Berlin stattgefunden, wobei ich in dem Kongreßsaale des Reichskanzler

Digitized by Google

palastes einen Vortrag über „Die Schätze der Atmosphäre" halten mußte.

Der dreigliedrige Vorstand des Museums ist das ausführende und verantwortliche Organ, aber „wie einst einer der drei Konsuln in Paris Napoleon Bonaparte hieß", so hält der Vater des Museums, O. v. Miller, die Zügel allein in der Hand. Abgesehen von den Beratungen, welche über Verwaltungsfragen stattfinden, und von der Unterzeichnung zahlreicher Schriftstücke besteht meine Dienstleistung wesentlich darin, daß ich für die Ausgestaltung des Museums formell die Verantwortung mittrage als ein Glied in der Kette von Personen, deren starke und schwache Seiten der Meister zu der Wirkung anzuspannen weiß, wie sie einer der Ehrenpräsidenten, der Staatssekretär Delbrück, im Reichstage dadurch gekennzeichnet hat, daß er das Deutsche Museum „die großartigste Leistung" nannte, „die das deutsche Volk in der letzten Zeit geschaffen habe".

Veröffentlichungen von Carl von Linde:

Über einige Methoden zum Bremsen der Lokomotiven und Eisenbahnzüge, München 1868.

Über Luftdampfmaschinen. Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1870.

Wärmeentziehung bei niedrigen Temperaturen durch mechanische Mittel. Ebenda 1870.

Über die Ausführbarkeit von Dampf-Turbinen. Ebenda 1871.

Eine neue Eis- und Kühlmaschine. Ebenda 1871.

Von den mechanischen Wirkungen der Wärme. Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik, III. Bd. 1873.

Theorie der Kälteerzeugungsmaschinen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1875.

The Refrigerating Machine of To-day. Trans. American Soc. Mech. Eng. 1893.

Zur Theorie der Kohlensäure-(Kaltdampf-)Maschinen. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure Bd. 38 (1894) S. 161 und Bd. 39 (1895) S. 124.

Refrigerating apparatus. Journ. o. Soc. o. Arts 1894.

Erzielung niedrigster Temperaturen. Gasverflüssigung. Annalen der Physik und Chemie 1896.

Digitized by Google

Process and apparatus for attaining lowest temperatures, for liquefying gases and for mechanically separating gas mixtures. Engineer 1896.

Machine pour l'obtention des basses temperatures, pour la liquefaction des gaz et la separation mécanique des mélanges gazeux. Génie Civil 1897.

Kälteerzeugungsmaschine. Luegers Lexikon der gesamten Technik, Stuttgart u. Leipzig 1897.

Über die Veränderlichkeit der spezifischen Wärme der Gase. Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Bd. XXVII, 1897, Heft III.

Über Vorgänge bei Verbrennung in flüssiger Luft. Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Bd. XXIX, 1899, Heft 1.

Die Entwicklung der Kältetechnik, Festschrift der 71. Versammlung der Naturforscher und Ärzte 1899.

Über die Anwendbarkeit flüssiger Luft in der Technik. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. 44 (1900) S. 69.

Sauerstoffgewinnung mittels fraktionierter Verdampfung flüssiger Luft. Ebenda, Bd. 46 (1902), S. 1173.

Die Berliner Kühlhäuser der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen. Ebenda, Bd. 46 (1902) S. 1643.

Ungleichwertigkeit von Ammoniak, Kohlensäure und schwefliger Säure in Kompressions-Kaltdampfmaschinen. Zeitschrift für die ges. Kälte-Industrie, 1902.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Münchener Kälteversuchsstation. Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Bd. 47 (1903) S. 1071.

Die Auswertung der Brennstoffe als Energieträger. Ebenda, Bd. 47 (1903) S. 1509.

Trocknung des Hochofenwindes mittels Kältemaschinen. Stahl und Eisen, Bd. 25 (1905) S. 3.

Die Schätze der Atmosphäre. Deutsches Museum, Vorträge und Berichte, Heft 1.

Refrigération des locaux habités. Bulletin du Premier Congrès International du Froid, Paris 1908.

Physik und Technik auf dem Wege zum absoluten Nullpunkte der Temperatur (Festrede in der Akad. d. Wissensch. in München 1912).

Aus meinem Leben und von meiner Arbeit. 1916.

Digitized by Google

Die Schätze der Atmosphäre[2)]

„Als mir die Aufgabe gestellt wurde, hier über ‚Schätze der Atmosphäre' zu sprechen, galt dies insbesondere den neuesten erfolgreichen Bemühungen der Technik, welche darauf gerichtet sind, Bestandteile der atmosphärischen Luft zu Erzeugnissen von volkswirtschaftlicher Bedeutung zu verarbeiten. Dieser jüngsten — nur wenige Jahre zählenden — technischen Epoche in den Beziehungen der Menschen zur Atmosphäre ist das — einige Jahrhunderte umfassende — Zeitalter ihrer wissenschaftlichen Erforschung vorausgegangen, und vor diesem Zeitalter liegen die Jahrtausende, in denen mit der ganzen organischen Welt die Menschen wesentliche Grundlagen ihres Daseins aus der Atmosphäre schöpften, ohne die erlebten Wirkungen und geschauten Vorgänge nach Ursache und Maß zu untersuchen.

Unserm Deutschen Museum ist das Ziel gesetzt, die Zusammenhänge zu veranschaulichen, in denen der geschaffene Mensch von der sinnlichen Wahrnehmung und instinktiven Benutzung der Naturkräfte zur Erforschung ihrer Eigenschaften und Gesetze übergegangen und daraus zu ihrer technischen Beherrschung gelangt ist.

Als im Jahr 1643 Toricelli eine einseitig geschlossene Glasröhre mit Quecksilber füllte, dann das offene, mit dem Finger geschlossene Ende in ein Gefäß mit Quecksilber eintauchte und damit das Barometer erfunden hatte, war wohl der erste entscheidende Schritt in der messenden Untersuchung der Atmosphäre geschehen. Es war festgestellt: die atmosphärische Luft steht wie alle Körper unter dem Einfluß der Anziehung der Erde. Das Gewicht einer Luftsäule von gegebenem Querschnitt ist gleich dem Gewicht einer Quecksilbersäule von gleichem Querschnitt und von der im Barometer angegebenen Höhe. Wenige Jahre später erläuterte Otto v. Guericke mittels der Luftpumpe das neue Prinzip an den berühmten Halbkugeln. Weiter ergab sich: Wenn in einem zylindrischen Gefäß unter einem beweglichen Kolben Luftleere hergestellt wird, so wirkt das mächtige Atmosphärengewicht bewegend auf den Kolben. Das war ein Gedanke, der zu einem der Ausgangspunkte für die Entwicklung unsres technischen Zeitalters werden sollte. Die Luftleere ließ sich herstellen, indem man den Raum unter dem aufsteigenden Kolben mit Wasserdampf füllte und diesen alsdann kondensierte. So entstand die Dampf-

[2)] Festvortrag aus Anlaß der 4. Jahresversammlung des Deutschen Museums am 17. Dezember 1907, gehalten von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. C. von Linde. Deutsches Museum, Vorträge und Berichte. Heft 1.

Digitized by Google

maschine, und in ununterbrochener Kette sehen wir die Wärmekraftmaschinen sich ausbilden bis zur sausenden Dampfturbine, zur wuchtigen Großgasmaschine, zum flüchtigen Automobilmotor.

Die neue Erkenntnis von der Schwere der Atmosphäre führte schon in Guerickes Tagen zur Aufstellung der Theorie des Luftballons. Ein Jahrhundert später ist Frankreich durch die Erfolge Montgolfiers und Charles' von fieberhaftem Interesse für die Luftschiffahrt erfüllt. Dieses erlahmt an der mangelnden Lenkbarkeit, die wir nach einem weiteren Jahrhundert nunmehr erreicht sehen, während Wissenschaft und Technik sich schon der Lösung des schwierigeren und weitergehenden -- wenn auch uralten -- Problemes zuwenden: Heben und Fortbewegen in der Luft ohne Ballon.

Während zweier Jahrhunderte haben die Physiker sich mit der zuerst gröberen, dann feineren Feststellung der Gesetze beschäftigt, nach welchen das spezifische Gewicht der Luft veränderlich ist, insbesondere in Abhängigkeit von Temperatur und Druck. Zu einem wesentlichen Abschluß sind diese Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten gekommen, als es Cailletet, Wroblewski und Olzewski gelang, zu den tiefen Temperaturen hinabzusteigen, bei denen sich die Luft zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet, nach Aussehen und Gewicht dem Wasser vergleichbar. Die Technik hat nicht gezögert, von diesem Ergebnis Gebrauch zu machen. An vielen Orten fließen jetzt Tag und Nacht Ströme von flüssiger Luft -- wesentlich zu dem Zweck, sie bei ihrer Wiederverdampfung in ihre Bestandteile zu zerlegen.

In ihre Bestandteile! Bedeutungsvoller noch als die physikalischen Ergebnisse sollte die Erschließung der Atmosphäre in chemischer Richtung sich erweisen. Mit Lavoisiers Beobachtung im Jahr 1772, daß bei jeder vollkommenen Verbrennung in atmosphärischer Luft etwa $^1/_5$ derselben verschwindet, beginnt nicht bloß diese Erschließung, sondern es öffnen sich die Pforten des stolzen Baues, welchen die wissenschaftliche und technische Chemie errichtet hat. Die Erkenntnis vom Wesen der Verbrennung als einer chemischen Verbindung des Brennstoffes mit dem scheinbar verschwindenden Bestandteil der Luft, mit dem Sauerstoff, verbreitet helles Licht über weite Gebiete der Umwandlung und Zusammensetzung der Stoffe. Es verschwindet das Phlogiston, und die „Lebensluft" beherrscht nunmehr die Gedanken und Hände. Es offenbart sich das Geheimnis des großen Atmungsprozesses der organischen Welt, die aus der Atmosphäre den Sauerstoff entnimmt, um mit der Verbrennungsenergie die Funktionen des Lebens zu unterhalten, und es wird erkannt, wie das in die Atmosphäre ausgeatmete Erzeugnis der Verbrennung, die Kohlensäure, unter Einwirkung der Sonnenstrahlen in den chlorophyllhaltigen Pflanzen zerlegt wird in den von den Pflanzen aufgenommenen Kohlenstoff und

Digitized by Google

in den an die Atmosphäre zurückgegebenen Sauerstoff, so hier einen Gleichgewichtzustand herstellend.

Später erklären Robert Mayer und Helmholtz die Verbrennungswärme als das Äquivalent der inneren Arbeit, welche bei der Vereinigung der kleinsten Brennstoff- und Sauerstoffteilchen unter der Einwirkung gewaltiger anziehender Kräfte frei wird.

Dem Sauerstoff aber fand sich damals in vierfacher Menge zugesellt ein Gas mit indifferent erscheinenden Eigenschaften: der Stickstoff, durch den die energischen Wirkungen des Sauerstoffes sich wohltätig gemildert zeigten. Bestände unsre Atmosphäre nur aus Sauerstoff, so würden wir kaum einen Brand zu löschen in der Lage sein, Eisen würde brennen wie Holz in der Luft, und die jetzige Konstitution unsrer Organe würde der gesteigerten Wirkung nicht standhalten.

Sauerstoff und Stickstoff waren in der Atmosphäre als eine mechanische Mischung gefunden, deren Mengenverhältnis beliebig veränderlich ist. Bei niedriger und mäßiger Temperatur konnte man keinerlei chemische Einwirkung aufeinander, keine Vereinigung zu Molekülgruppen von bestimmter Zusammensetzung beobachten. Die Trennung des Gemisches ist früher meist in der Weise durchgeführt worden, daß man die Luft bei geeigneter Temperatur mit solchen Körpern in Berührung brachte, mit denen der Sauerstoff, den Stickstoff zurücklassend, Verbindungen einging. Wenn es sich um Gewinnung des Sauerstoffes handelte, so konnten diese Verbindungen durch Veränderung von Temperatur und Druck nach Beseitigung des Stickstoffes wieder rückgängig gemacht werden. In den letzten Jahren ist in großem Maßstabe die Zerlegung aus verflüssigter Luft zur Anwendung gekommen. Sie beruht darauf, daß sich der Sauerstoff bei — 182° C verflüssigt und siedet, der Stickstoff aber bei einer noch um 14° C niedrigeren Temperatur, so daß er als der flüchtigere Teil bei der Verdampfung leichter in die Gasform zurückkehrt als der Sauerstoff. Durch ein der Destillation von Alkohol aus wässrigen Lösungen entsprechendes Verfahren kann die glatte Zerlegung der Luft in die beiden Hauptbestandteile erzielt werden.

Wozu aber die Zerlegung?

Während der Stickstoff im allgemeinen als mildernder Begleiter und Schützer erkannt ist, hat die Entwicklung der Technik Gebiete erschlossen, in denen die ungeschmälerte Einwirkung des Sauerstoffes erwünscht ist und der Stickstoff als lästiger Ballast empfunden wird. Gleich nach seiner Entdeckung suchte man den Sauerstoff auszuscheiden, insbesondere mit Hoffnungen und Erwartungen in medizinischer Richtung. Es schlossen sich dann mannigfache Anwendungen in der Technik an. Aber erst seit wenigen Jahren sind sie zu größerer Ausdehnung gelangt, nachdem die billige Gewinnung des

Digitized by Google

Sauerstoffes im Großbetrieb erreicht war und die Industrie der verflüssigten und komprimierten Gase zur Massenfabrikation von nahtlosen Stahlflaschen für die Verschickung unter hohem Druck geführt hatte. Hunderttausende solcher Stahlzylinder wandern heute, mit Sauerstoff unter 100 bis 150 at Pressung gefüllt, von den Erzeugungsorten zu den Verbrauchstellen und leer zurück.

Um die Herstellung hoher Temperaturen handelt es sich hierbei zumeist. Da bei der Verbrennung in Sauerstoff die ganze Stickstoffmenge nicht mitzuerwärmen ist, so kommt die Verbrennungswärme ungeteilt in den eigentlichen Verbrennungserzeugnissen zur Wirkung.

Das Gebiet der sehr hohen, die Schmelzpunkte der Metalle überschreitenden Temperaturen hat in den letzten Jahrzehnten eine große Bedeutung gewonnen. Es wird fast vollständig von der Elektrotechnik beherrscht, vor allem in den elektrochemischen Industriezweigen (Aluminium, Kalziumkarbid usw.) Wohl läßt die Verbrennung in Sauerstoff leicht die hierbei erforderlichen Temperaturen erreichen; da aber einerseits die Berührung der zu verarbeitenden Körper mit dem Sauerstoff wegen seiner Neigung zur Einmischung in die Vorgänge meist unzulässig ist, anderseits zur Herstellung von Gefäßwandungen für die Übertragung der Wärme solche Baustoffe fehlen, die jenen Temperaturen standhalten, so ist — wenigstens vorläufig — dem Sauerstoff bei diesen Prozessen der Zugang verschlossen. Nicht so aussichtslos ist seine Anwendung für die Erzielung intensiver Lichtwirkungen, die ja völlig von der Temperaturhöhe des leuchtenden Körpers abhängen. Schon seit 80 Jahren wird nach Drummond Kalk durch Verbrennung von Wasserstoff in Sauerstoff zu blendender Glühhitze gebracht. In Südwestafrika war für den Nachrichtendienst während der Niederwerfung des Aufstandes Sauerstofflicht in ausgedehntem Gebrauch. Ob die vielfachen Bestrebungen, für allgemeinere Beleuchtungszwecke Sauerstoff heranzuziehen, erfolgreich sein werden, wird von den Fachleuten mit Rücksicht auf die durch andre Mittel bereits erreichte hohe Stufe der Entwicklung bezweifelt. Eine Verwendung dagegen, welche jetzt schon schnelle und weite Verbreitung gefunden hat, ist in der autogenen Schweißung der Metalle, insbesondere des Eisens, entstanden. Die zu verbindenden Flächen werden durch kräftige örtliche Erhitzung unter einem Strahl von Sauerstoff mit einem brennenden Gase (Wasserstoff oder Azetylen) zum Schmelzen gebracht, und durch denselben Strahl wird abschmelzendes Drahtmaterial zwischen die Flächen gegossen. Nicht bloß zur Verbindung von Metallteilen, sondern neuerdings auch zum Zerschneiden von Eisen und Stahl dient Sauerstoff. Ist an einem Punkte durch den brennenden Gasstrahl die erforderliche Temperatur erreicht, so verbrennt unter der fortdauernden Einwirkung eines kräftigen Sauerstoffstrahles das Eisen so leb-

Digitized by Google

haft, daß durch die Verbrennungswärme die benachbarten Teilchen sofort zum Schmelzen gebracht und durch den Strahl weggeschleudert werden. Überraschend schnell läßt sich der Apparat fortbewegen. Durch 10 cm dicke Stahlplatten werden scharfe Schnitte mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 25 cm/min geführt. Durch beide Verfahren sind für die Verarbeitung des Eisens neue wirksame Werkzeuge entstanden, deren wirtschaftlicher Wert sich aus dem schnell wachsenden Umfang ihres Gebrauches ermessen läßt. Innerhalb der letzten vier Jahre hat sich hauptsächlich infolge dieser Anwendung und infolge der die notwendige Voraussetzung bildenden billigeren Gewinnung die Sauerstofferzeugung verzehnfacht und wird der deutsche Jahresverbrauch bald 1 000 000 cbm überschreiten. Große Mengen von Sauerstoff verbrauchen auch die Glasfabrikation und andre, stärkere Wärmewirkungen bedürfende Gewerbe, deren Aufzählung hier zu weit führen würde. In das Bereich der Zuführung von Sauerstoff in den Hochofen und in die Stahlbirne werden gegenwärtig die ersten noch ganz unsicheren Schritte unternommen.

Nun aber der Stickstoff?

Nach der Entdeckung der beiden Gase und ihrer Eigenschaften war man sich sofort darüber klar, daß der überall mit so großer Energie in die chemischen Vorgänge eingreifende Sauerstoff gar mannigfaltige Anwendungen finden werde, sobald er nur billig hergestellt werden könnte. Dem Stickstoff aber als einem tatenlosen Gesellen wurde zunächst keinerlei Wert beigemessen. Gerade aber diese Untätigkeit eröffnet ihm heute ein Feld überall da, wo die Einmischung des Sauerstoffes schädlich ist. Rasch mehren sich diese Anwendungen, seitdem komprimierter Stickstoff ein billiger Handelsartikel geworden ist. In größeren Mengen wird er z. B. bei der Herstellung von elektrischen Metallfadenlampen benutzt. Die Anwendung aber, die in letzter Zeit die öffentliche Aufmerksamkeit lebhaft erregt hat, ist die Herstellung von Stickstoffverbindungen, insbesondere für die Zwecke der Landwirtschaft.

Nachdem Liebig volle Aufklärung über die Rolle gebracht hatte, die der Stickstoff bei der Kultur der Nährpflanzen spielt, mußte die Beschaffung von Mitteln für eine reichliche Stickstoffzufuhr eine Frage von höchster volkswirtschaftlicher Bedeutung werden. Wie der Vermittler der Lebensfunktionen, der Sauerstoff, in beliebigen Mengen in der Atmosphäre zur Verfügung steht, so der für den Aufbau und Stoffwechsel der Pflanzen ebenso unentbehrliche Stickstoff, sogar in viermal größerer Menge. Während aber der Sauerstoff in freiem und unmittelbarem Austausch mit der Pflanze steht, verschließt sich im allgemeinen der schwerfälligere Stickstoff dem unmittelbaren Verkehr, und nur aus bestimmten Verbindungen (Salpetersäure und Ammoniak)

Digitized by Google

vermögen die Wurzeln der meisten Nährpflanzen ihn herbeizuholen. Diese Verbindungen also gilt es zu beschaffen. In Form von Chilisalpeter wird zurzeit alljährlich Salpetersäure im Wertbetrage von mehr als 120 Millionen Mark in Deutschland aus Südamerika eingeführt. Diese Abhängigkeit erscheint besonders deshalb bedenklich, weil den Salpeterlagerungen in Chile ein beschränkter Umfang zugeschrieben wird und ihre Erschöpfung in einigen Jahrzehnten bevorsteht. Die Bedeutung dieser Tatsache wird nur dann vollständig gewürdigt, wenn man sich vergegenwärtigt, wie wichtig der Salpeter nicht bloß für die Landwirtschaft, sondern insbesondere auch für die Technik der Schieß- und Sprengstoffe und für viele Zweige der chemischen Industrie ist, daß also sehr ernste nationale Interessen dadurch berührt werden. Ammoniak wird zwar in Deutschland in erheblichen Mengen aus der Steinkohle als Nebenerzeugnis der Leuchtgasfabrikation und der Kokereien gewonnen, immerhin aber werden zur Deckung des deutschen Bedarfes große Mengen von schwefelsaurem Ammoniak von außen eingeführt.

Könnten weit größere Mengen, könnten beliebige Mengen dieser Stickstoffverbindungen unsrer Landwirtschaft zu angemessenem Preise zugeführt werden, so ließe sich nach Angabe der Fachleute das gesamte Erträgnis unserer Ernten verdoppeln und verdreifachen.

Hier setzen die neuen Errungenschaften der Elektrochemie und der Thermochemie ein. Die Verbindung des Stickstoffes mit Sauerstoff zu Salpetersäure und mit Wasserstoff zu Ammoniak können wir nur bei sehr hohen Temperaturen zustande bringen. Wird atmosphärische Luft erhitzt, so beginnt, nachdem eine gewisse beträchtliche Temperaturhöhe erreicht ist, die Bildung von Stickoxyd-Molekülgruppen, die mit steigender Temperatur in der Weise zunimmt, daß jeder Temperatur ein Gleichgewichtzustand mit einem bestimmten Prozentsatz gruppierter Moleküle entspricht. Nach den Messungen Nernsts ist in runden Zahlen bei 2000° C kaum 1 vH, bei 3000° knapp 5 vH der Luft zu Stickoxyd verbunden, welches Gas durch weitere Einwirkung von Sauerstoff und Wasser ohne weiteres in Salpetersäure übergeführt werden kann. Vor einem Jahrzehnt wies Lord Rayleigh zuerst auf diese Verbrennung des atmosphärischen Stickstoffes durch den atmosphärischen Sauerstoff hin, wobei als das einzige Mittel zu technischer Verwirklichung, welches bis heute mit Erfolg angewendet worden ist, der elektrische Flammenbogen in Betracht kommt.

Mit begreiflichem Eifer haben sich die Fachleute der alten und neuen Welt auf die Verfolgung des Problemes geworfen. In industriell brauchbarer Form ist die Lösung zuerst den Norwegern Birkeland und Eyde gelungen, mittels eines Ofens, in welchem sie den Flammenbogen

Digitized by Google

durch Elektromagnete zu einer Scheibe von glühendem Gas ausbreiten, wobei ungefähr 2 vH der durchgeschickten Luft in dem Erzeugnis gewonnen werden. Leider wird also der weitaus größte Teil der zuzuführenden Energie auf die Miterhitzung der ungebunden hindurchtretenden 98 vH verwendet. Wird statt atmosphärischer Luft ein Gemisch von gleichen Teilen Sauerstoff und Stickstoff verwendet, (der Konstitution des Stickoxydes entsprechend), so läßt sich die Ausbeute ungefähr um ein Fünftel erhöhen.

Es erklärt sich aus diesen Verhältnissen, daß der Energieverbrauch außerordentlich groß sein muß, und daß zunächst nur da von einer solchen Gewinnung der Salpetersäure zu angemessenem Preise die Rede sein kann, wo große Energiemengen billig zur Verfügung stehen. Daß immerhin unter solchen Bedingungen das Verfahren aussichtsvoll ist, ging schon aus den Ergebnissen der ersten Birkelandschen Anlage in Notodden hervor. Neuerdings ist nun aber ein bedeutsamer Schritt vorwärts von der Badischen Anilin- und Sodafabrik getan worden, die dadurch die Führung in dem Wettlauf nach möglichst vollkommener Lösung der Aufgabe übernommen hat. Die Badische Anilin- und Sodafabrik erzeugt zum Zwecke der Luftoxydation ohne jede Anwendung von Magnetismus und ohne Aufwendung hoher Spannung im Innern eines einfachen z. B. eisernen Rohres eine ruhige und stetige axiale Lichtsäule von bisher ungekannten Abmessungen; im ersten größeren Versuchsofen, in den die Energie von rund 100 elektrischen Pferdestärken geleitet wurde, hat diese Länge 5 m betragen. Mit dieser einfachen Einrichtung werden wesentlich höhere Ausbeuten erzielt als in Notodden. Das Verfahren hat sich bereits im großen in einer ersten Anlage in Christiansand vollauf bewährt. Nach Zusammenschluß mit der Birkelandschen Gesellschaft sind Wasserkräfte von nahezu 300 000 PS erworben worden, die mit einem Anfangskapital von 40 Millionen Mark im Laufe der nächsten Jahre zur Salpetergewinnung ausgebaut und nutzbar gemacht werden sollen. Auch in Deutschland beabsichtigt die Badische Anilin- und Sodafabrik diese Fabrikation einzurichten und plant den Ausbau einer großen Wasserkraft an der Alz in Südbayern — ein Vorhaben, dem aus den schon erörterten wirtschaftlichen und nationalen Gründen die Verwirklichung lebhaft zu wünschen ist.

Beinahe zu derselben Zeit, in welcher Lord Rayleigh den Anstoß zu dieser Entwicklung gegeben hat, ist von dem Berliner Chemiker Prof. A. Frank, dem die Landwirtschaft bereits seit bald 50 Jahren die Einführung der Kalisalze verdankt, und von seinem jüngeren Mitarbeiter Caro ein anderer Weg zur Bindung von Stickstoff gefunden worden. Sie hatten beobachtet, daß bei höheren Temperaturen die Karbide der Erdalkalien Stickstoff absorbieren. Nach längeren Ver-

Digitized by Google

suchen in Verbindung mit der Firma Siemens & Halske gelang die Durchführung eines Verfahrens, das jetzt schon für eine größere Anzahl von Fabrikanlagen als Grundlage dient. In eisernen Retorten wird erhitztem Calciumkarbid reiner Stickstoff zugeführt und von ersterem begierig aufgenommen. Das Erzeugnis (Calcium-Cyanamid) ist als Ausgangsmaterial für viele chemische Prozesse verwendbar (u. a. auch zur Darstellung von Salpetersäure) und wird unter dem Namen Kalkstickstoff als Dünger in den Handel gebracht, nachdem es in jahrelangen Versuchen die agrikulturtechnische Probe bestanden hat. Auch in diesem Falle sind natürlich große Energiemengen unerläßlich. Die (bisher nur durch Zusammenschmelzen von Kalk und Kohle im elektrischen Ofen gelungene) Bildung des Karbides erfordert etwa $^2/_3$ einer Jahrespferdestärke pro Tonne. An das Vorhandensein großer billiger Energiequellen ist also auch diese Industrie gebunden.

Salpetersäure und Kalkstickstoff erscheinen berufen, die Ausnutzung der Wasserkräfte einer neuen Stufe der Entwicklung zuzuführen. Ehe die Elektrotechnik ihren Siegeslauf begonnen hatte, war die industrielle Ausnutzung der Wasserkräfte wesentlich beschränkt geblieben auf die örtliche, an gar viele Vorbedingungen gebundene Ansiedlung bestimmter Gewerbe, wie der Mühlen, der Papier-, der Textilindustrie. Die Übertragbarkeit der Energie durch den elektrischen Strom auf weite Entfernungen und die mannigfaltigen Anwendungen des Stromes, insbesondere für die Beleuchtung und für elektrochemische Prozesse, erweiterten auf einer zweiten Entwicklungsstufe das Gebiet der ausbauwürdigen Wasserkräfte erheblich. Immerhin fehlte für den Ausbau zahlreicher, ja der größten, von jedem Industriemittelpunkt weit entfernten Wasserkräfte eine sichere und stetige Verwertbarkeit, welche von beschränktem und wechselndem Absatze des Arbeitserzeugnisses unabhängig ist. Für alle großen Wasserkräfte nun aber, aus denen die Jahrespferdestärke zu einem bestimmten Preise gewonnen werden kann, ist jetzt in der Herstellung von Salpetersäure und Kalkstickstoff dauernde, von keiner Marktlage abhängige Arbeit geschaffen, und alle derartigen Wasserkräfte in den Kulturländern sind nun ausbauwürdig geworden. So sehen wir auf deutsche Anregung und unter deutscher Mitwirkung gegenwärtig zahlreiche Anlagen für Kalkstickstoff entstehen: in den Apenninen, in den schweizerischen und savoyischen Alpen und in Dalmatien. Zu Odda in Norwegen sind 40 000 PS dafür im Ausbau begriffen, und auch unser deutsches Alpenvorland: Südbayern, soll eine solche Anlage erhalten und ist gegenwärtig lebhaft bewegt durch die Erörterungen über einen systematischen Ausbau seiner Wasserkräfte.

Aus der Atmosphäre strömen da alle die Gaben zusammen, aus denen der Mensch neue Quellen seines Unterhaltes und seiner Wohl-

Digitized by Google

fahrt findet. Von der Sonne aus den Meeresfluten gehoben, trägt die Atmosphäre den Wassersegen um die Erde und gießt ihn über die Lande aus, nicht minder eine Grundlage des Daseins wie das Atmen des Sauerstoffes. Die gesammelten, talwärts dem Meere wieder zufließenden Wasser liefern uns die Energie, mit deren Hilfe wir den widerspenstigen, aus der Atmosphäre herausgeholten Stickstoff zwingen, die Verbindungen einzugehen, in denen der Acker ihn zur Steigerung seines Ertrages aufzunehmen vermag. Technik und Industrie, bemüht, den Umkreis ihrer eigenen lohnenden Arbeitsgebiete zu erweitern, stellen sich damit in den Dienst der Landwirtschaft und der ganzen von der Frucht des Ackers lebenden Bevölkerung.

Geht in Erfüllung, was, aus dem Laboratorium des Naturforschers hervorgegangen, durch die technische Chemie und die Ingenieurkunst in verwertbare Gestalt gebracht, nunmehr aus den neuen Werkstätten des Gewerbefleißes erwartet werden darf, so haben wir es mit einer bedeutsamen Mehrung der Güter zu tun, die unser naturwissenschaftlich-technisches Zeitalter hervorgebracht hat. So klein auch der Anteil sein mag, den sie in der Fülle der Gaben darstellen, welche der Mensch aus der Atmosphäre empfängt, wir dürfen sie als neue Schätze der Atmosphäre begrüßen, die wir mit allen andern Gaben dankbar aus der Hand des Schöpfers nehmen."

Digitized by Google

Kühlung[3)]

Dem Bedürfnisse nach Erniedrigung der natürlichen Temperaturen ist bis zum vierten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts ausschließlich durch Ansammlung und Verwendung von Natureis und in geringerem Maße durch Verdunstung von Wasser und durch „Kältemischungen" entsprochen worden.

So beginnt die Sammlung einleitend mit geschichtlichen Daten und Darstellungen, welche auf das Vorkommen des Natureises und dessen Eigenschaften Bezug haben. Die Struktur des Eises ist durch Abbildungen und Diapositive von Schneekristallen (darunter mikroskopische Aufnahmen von Neuhaus) anschaulich gemacht. Eine Bilderreihe zeigt die Eisgewinnung aus einer vergletscherten Schneelawine. Über Polareisbildungen gewähren photographische Aufnahmen von Prof. Drygalski gelegentlich der deutschen Südpolar-Expedition (1901 bis 1903) interessante Einblicke. Ein Beispiel für Flußeisgewinnung wird durch das betriebsfähige Modell der Eisgewinnung im Nymphenburger Kanal gegeben. Durch Modelle wird auch die Art der Aufbewahrung des Eises und dessen Benützung zur Kühlung in Eiskellern, Eishäusern und Eisschränken gezeigt.

Die Kühlung durch Verdunstung ist veranschaulicht in Gefäßen aus porösem Material, wie sie im Orient Verwendung finden. Das durch die poröse Wandung dringende Wasser kühlt bei seiner Verdunstung diese Wandung und damit den Inhalt der Flasche ab.

Die Wirkung der Verdunstung wird an zwei Thermometern unmittelbar ersichtlich gemacht, von welchen das eine infolge eines feuchten Umschlages eine niedrigere Temperatur zeigt. Von diesem Temperaturunterschied wird zur Messung des Feuchtigkeitsgrades der umgebenden Luft Gebrauch gemacht.

Der Vorschlag einer Raumkühlung durch Verdunstung an porösen Röhren aus früherer Zeit ist durch eine bildliche Darstellung gezeigt.

Eine ausgedehnte technische Anwendung hat in neuerer Zeit die Verdunstungskühlung in den „Rückkühlern" gefunden, in denen das in den Kondensatoren der Wärmekraftmaschinen und der Kältemaschinen erwärmte Kühlwasser auf konstanter Temperatur erhalten wird. Das Modell eines solchen „Berieselungskühlers" veranschaulicht diese Anwendung.

[3)] C. von Linde: „Kühlung" in: Das Deutsche Museum, Geschichte, Aufgaben, Ziele. Im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften, bearbeitet von Conrad Matschoß. Berlin und München 1929. VDI-Verlag GmbH. u. R. Oldenbourg.

Digitized by Google

Für Kältemischungen, wie sie im Haushalt zur Herstellung von Speiseeis gebraucht werden, sind in einer Tafel die Zusammensetzung und die erzielbaren Temperaturerniedrigungen ersichtlich gemacht und dazugehörige Apparate aufgestellt.

Von ungleich größerer Bedeutung für die Kühlung sind die im 19. Jahrhundert entstandenen Kältemaschinen. Ein große Wandtafel erläutert in kurzer Übersicht ihre Gliederung und Geschichte. Ihr Wesen besteht darin, daß den abzukühlenden Körpern Wärme bei Temperaturen entzogen wird, welche tiefer liegen als die Temperatur der Umgebung, und daß unter Aufwand von Arbeit diese Wärme auf solche Temperatur gehoben wird, daß sie an Kühlwasser abgegeben werden kann. Die Erniedrigung und Erhöhung der Temperaturen vermittelt je in Kreisläufen ein „Kälteträger", welcher unter Vergrößerung seines Volumens auf die untere Stufe herabsteigt und unter Verkleinerung des Volumens auf die Kühlwassertemperatur gehoben wird. Als Kälteträger dienen entweder verdampfende Flüssigkeiten in „Kaltdampfmaschinen" oder atmosphärische Luft in „Kaltluftmaschinen".

In den „Kaltdampfmaschinen" dienen als Kälteträger verhältnismäßig flüchtige Flüssigkeiten, wie Ammoniak, Kohlensäure, Schweflige Säure u. a., bei deren Verdampfung den abzukühlenden Körpern Wärme entzogen wird. Die Rückführung der Dämpfe in die tropfbar flüssige Form erfolgt bei den „Kompressions-Kaltdampfmaschinen" durch unmittelbare Drucksteigerung unter Arbeitsaufwand und Abgabe der Wärme an Kühlwasser, bei den „Absorptions-Kaltdampfmaschinen" durch Absorption mittels einer anderen Flüssigkeit und nachfolgender Ausscheidung unter höherem Drucke und höherer Temperatur.

Bei den Kaltluftmaschinen wird atmosphärische Luft verdichtet, die dabei eintretende Erwärmung von Kühlwasser aufgenommen und alsdann durch Ausdehnung unter Arbeitsverrichtung die nötige Temperatursenkung bewirkt.

Die drei Arten sind zunächst dargestellt:

1. Die Absorptionsmaschinen:
   a) durch das betriebsfähige Original eines Apparates, wie er 1867 von F. Carré auf den Markt gebracht wurde, bei dem mittels Handpumpe eine weitgehende Luftverdünnung hergestellt, hierdurch Wasser in der angeschlossenen Flasche verdampft und bis zum Gefrierpunkt abgekühlt wird, während die Dämpfe durch Schwefelsäure absorbiert werden;
   b) durch bildliche Verkörperung einer ununterbrochen wirkenden Ammoniak-Absorptionsmaschine, wie sie seit 1857 durch F. Carré in hoher Vollkommenheit geliefert wurden.

Digitized by Google

2. Kompressions-Kaltdampfmaschinen sind schon seit 1834 durch Perkins, später insbesondere durch Siebe u. a. in England ausgebildet worden. Wie aber anfänglich der Dampfmaschinenbau sich nicht an Dampfdrücke heranwagte, die wesentlich über die atmosphärischen hinausgingen, so benutzten die Genannten als Kälteträger Äthyläther, dessen niedrige Dampfdrücke jedoch sehr große Zylinderabmessungen und geringe Wirkungsgrade bedingten. Vor dem zur Beseitigung dieser Übelstände erforderlichen Übergang zu flüchtigeren Kälteträgern scheute man sich insbesondere mit Rücksicht auf die schwierige Abdichtung der beweglichen Dichtungen, der Stopfbüchsen. Die Überwindung dieser Schwierigkeiten gelang nach einem erfolglosen Versuch Telliers 1871 im Jahre 1874 Pictet zunächst mit schwefliger Säure, während Linde 1871 bis 1876 durch verschiedene auf einer Tafel dargestellte Bauformen den Übergang zu Ammoniak dadurch ermöglichte, daß er je zwischen den Kälteträger und die Atmosphäre Sperrflüssigkeiten, zuerst Glyzerin, alsdann Mineralöle von tiefliegendem Erstarrungspunkt legte. Im Jahre 1881 ging Linde auch zu Kohlensäure über. Mit diesen Maschinen war die neuzeitliche Kältemaschine gewonnen, die in Verbindung mit den gleichzeitig ausgebildeten Einrichtungen zur Verwendung der Kälte die gegenwärtige Verbreitung in allen Kulturländern herbeiführte. Die Sammlung wird das Modell der 1877 nach Triest gelieferten ersten Ammonikmaschine enthalten, die nach dreißigjährigem Betriebe nunmehr im Technischen Museum in Wien aufgestellt ist.

Für diejenigen Fälle, in denen die chemische Industrie Temperaturen verlangte, welche unter dem Erstarrungspunkte von Ammoniak (− 77°) und Kohlensäure (− 56°) liegen, ging die Gesellschaft für Linde's Eismaschinen zur Verwendung von Äthan als Kälteträger über.

3. Die Kaltluftmaschinen, deren Prinzip zuerst im Jahre 1834 durch Herschel erläutert und 1845 durch Gorrie angewendet wurde, sind hauptsächlich zum Schiffstransport von Gefrierfleisch benützt worden, ohne — wegen ihres großen Arbeitsverbrauches — in der Industrie Fuß fassen zu können. Sie wurden durch Haslam, Hall und Lightfoot gebaut. Die Bauweise des letzteren ist durch ein Modell veranschaulicht.

In der Mitte des Saales sind Kompressoren von Kaltdampfmaschinen aufgestellt, und zwar ein Originalkompressor zu einer Kohlensäuremaschine von Windhausen (1884), zwei ebensolche von L. A. Riedinger, alte Bauart (1883), und neuere Bauart (1906), und ein solcher mit Verdichter zu einer Schwefelsäuremaschine von Borsig (1906). Die Sammlung enthält weiterhin das Modell einer kleineren Ammoniakmaschine, der sogenannten „Rheinland"-Maschine der Gesellschaft Linde für 2500 cal Stundenleistung. Ferner haben hier Platz gefunden einige Kleinkältemaschinen, wie sie neuerdings für das Klein-

Digitized by Google

gewerbe und für die Haushaltungen zahlreich verwendet werden, seitdem der elektrische Antrieb und die selbsttätige Regelung eine geschulte Wartung nicht mehr notwendig machen. Eine derartige sogenannte „Autopolar"-Maschine mit Methylchlorid als Kälteträger, Bauart Linde, für eine Stundenleistung von 350 cal ist im Original aufgestellt. Sie wird im Betrieb vorgeführt und zeigt ihre Kälteleistung an der Eiskruste auf dem Rippenverdampfer. Eine selbsttätige Maschine, die nach dem Absorptionsprinzip Mannesmann arbeitet, ist in Verbindung mit einem Kühlschrank zu sehen.

Verwendung der künstlichen Kälte. Während bis in das 8. Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts Kältemaschinen im wesentlichen nur zur Herstellung von Eis in kleineren Generatoren mit Handbetrieb Verwendung fanden, so trat nunmehr eine Änderung dadurch ein, daß Einrichtungen zu direkter Verwendung der Kälte geschaffen wurden.

Eine Reihe von Modellen der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen zeigt einige Hauptgruppen dieser Einrichtungen, die zu allgemeiner Einführung gelangt sind.

Zunächst sind in einem Maschinenhaus zwei gekuppelte Kompressoren für eine Leistung von 300 000 cal/h mit ihrer Antriebsdampfmaschine zu sehen. Diese Kompressoren saugen aus den „Verdampfern", die in den benachbarten drei Verwendungsräumen eingebaut sind, die Ammoniakdämpfe an und verdichten sie auf etwa 12 at. Bei diesem Druck werden die Dämpfe in dem über dem Maschinenraum stehenden Berieselungskondensator verflüssigt und dann durch eine Regulierstation den einzelnen Verdampfern wieder zugeführt.

In der Eisfabrik liegen auf dem Boden eines rechteckigen Salzwasserbehälters die eisernen Rohrschlangen, in denen das Ammoniak verdampft und hierdurch die durch Zirkulationsflügel in Umlauf gebrachte Sole auf etwa —7° C gehalten wird. Die reihenweise zusammengefaßten Eiszellen werden an dem einen Generatorende durch einen Füllapparat selbsttätig mit Süßwasser versehen und von einem Laufkran in die kalte Sole eingesetzt. Mit Hilfe eines Vorschubmechanismus bewegen sich die auf Rollen laufenden Zellenreihen gegen das andere Ende des Generators, wo die ausgefrorenen Zellen herausgehoben und in ein mit erwärmtem Wasser gefülltes Gefäß eingetaucht werden, damit sich das Eis von den Zellenwandungen löst. Die Eisblöcke gelangen dann durch die Eisrutsche ins Freie oder in ein Eislager. Die Leistung des dargestellten Eisgenerators entspricht 1000 Ztr. je Tag. Die Bauart des ersten derartigen 1878 in München aufgestellten Eisgenerators ist bis heute das Vorbild für den Bau weiterer Apparate geblieben.

Die Brauerei-Kühlanlage umfaßt zwei Verdampfer, durch die einerseits Süßwasser auf nahezu 0° gekühlt wird, um für die Bedienung

Digitized by Google

der „Bierkühlapparate" und der „Gärbottichschwimmer" das früher verwendete Eis zu ersetzen und anderseits Sole auf etwa —7° C zur Zirkulation durch die Kühlrohrsysteme in den Lagerkellern als Ersatz für die früher verwendeten Eisräume. Diese erstmalig 1877 in der Münchener „Spatenbrauerei" für den Betrieb und 1881 in Dortmund für die Lagerung des Bieres angewendeten Einrichtungen haben in wenigen Jahren eine gewaltige Ausdehnung gewonnen und eine teilweise Umgestaltung des ganzen hierdurch von der Jahreszeit unabhängig gewordenen Brauereibetriebes herbeigeführt.

Schlachthofkühlanlage. In den Kühl- und Gefrierräumen der Schlachthöfe, Großschlächtereien, Markt- und Kühlhallen und ähnlicher Betriebe geschieht die Konservierung des Fleisches und anderer Lebensmittel vorwiegend durch Ventilationskühlung. Die Luft wird durch die in den einzelnen Kühl- und Gefrierräumen verlegten Holzkanäle angesaugt, zur Kühlung, Trocknung und Reinigung durch die aus Verdampferröhren bestehenden Luftkühler getrieben und von neuem den Einzelräumen durch Druckkanäle zugeführt. Die erste Schlachthofkühlung wurde 1883 in Wiesbaden eingebaut. Über den Umfang dieser Kälteverwendungsanlagen gibt die über den Modellen dargestellte Statistik der von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen bis 1928 gelieferten Kälteanlagen mit nahezu 11 000 Kältemaschinen einen Überblick.

Die Anwendung künstlicher Kälte zum Versand von Lebensmitteln ist einerseits dargestellt durch das Modell eines Eisenbahn-Kühlwagens Bauart Humboldt und anderseits durch die Schnittzeichnung der Kälteanlage auf dem englischen Seeschiffe „Ayrshire" für den Versand von Gefrierfleisch aus subtropischen Ländern nach Europa. Hinzugefügt wird das Modell einer Kälteanlage, wie sie auf deutschen Passagierdampfern benützt werden.

Die Herstellung von durchsichtigem Klareis wird durch eine Reihe von Bildern gezeigt. Es handelt sich hierbei wesentlich darum, die Luftbläschen durch Bewegung des Wassers an den Gefrierflächen zu beseitigen, die sich aus der in dem Wasser absorbierten Luft beim Gefrieren ausscheiden und das Eis trübe erscheinen lassen.

Sehr verbreitet ist die den oben geschilderten Generatoren zuerst 1881 in Barmen angeschlossene Einrichtung, wonach Blechlamellen, „Flossen", in die Eiszellen eingetaucht und mit selbsttätig abnehmender Schwingungsweite in denselben hin- und herbewegt werden. Neuerdings wird vielfach das Einblasen von Luft zur Bewegung des Wassers benutzt. In England und Amerika werden häufig durchsichtige Eistafeln von bedeutenden Dimensionen dadurch hergestellt, daß das Gefrierwasser an großen Verdampferflächen während des Gefrier-

Digitized by Google

vorganges in Umlauf gehalten wird. In Deutschland ist auch die Verwendung von destilliertem Wasser vielfach zur Herstellung von reinstem Eis benützt worden.

Als eine besondere Art der Eisbildung ist auch die für Eisbahnen dargestellt.

Das Gebiet der tiefen Temperaturen unterhalb —100° ist in der Abteilung Physik (Wärme) geschichtlich und durch einzelne Apparate veranschaulicht. Seit 1895 hat sich aus dem Lindeschen Verfahren der Luftverflüssigung eine „Technik der tiefen Temperaturen" entwickelt, die weitgehende industrielle Verwendung, insbesondere zur Trennung von Gasgemischen und zur Herstellung von Sprengstoffen, gefunden hat.

Digitized by Google

Gegenstände von Carl von Linde und von der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen im Deutschen Museum

I. Physik.

Luftverflüssigungsanlage von Linde 1905

Eine Windung der Gegenstromspirale des ersten industriell verwendeten Luftverflüssigungsapparates von Linde

Rektifikationsapparat zur Zerlegung der flüssigen Luft in Sauerstoff und Stickstoff von C. v. Linde

Apparat zur Vorführung des Thomson-Joule-Effektes, bestehend aus Bombe mit Preßluft, Manometer 0—250 Atm. und Thermometer 0—30° C

Apparat zur Erzeugung von Kohlensäureschnee, bestehend aus Kohlensäurebombe, Manometer 0—150 Atm. und Entspannungsventil

Dampfdruckthermometer nach Stock

Laboratoriumsapparat zur Herstellung von flüssiger Luft

II. Kältetechnik.

Modell der ersten Ammoniak-Kompressions-Kältemaschine von C. v. Linde 1874—76

Modell der typischen Einrichtungen zur Erzeugung und Verwendung der Kälte in Eisfabriken, Brauereien, Schlachthöfen und Kühlhäusern

Kühlmaschine „Rheinland" von der Maschinenfabrik Sürth bei Köln, 2500 Cal. Stundenleistung

Automat. Kleinkältemaschine „Auto Polar" für Kühlschrankkühlung

III. Bibliothek.

In den Buchbeständen: Carl v. Linde: „Aus meinem Leben und von meiner Arbeit", Selbstbiographie.

Verschiedene Aufsätze und Vorträge

In der Plansammlung: Zeichnungen von Linde's Eismaschinen 1899

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

50 Jahre Kältetechnik 1879–1929

GESCHICHTE DER GESELLSCHAFT FÜR LINDE'S EISMASCHINEN A.-G. WIESBADEN

*

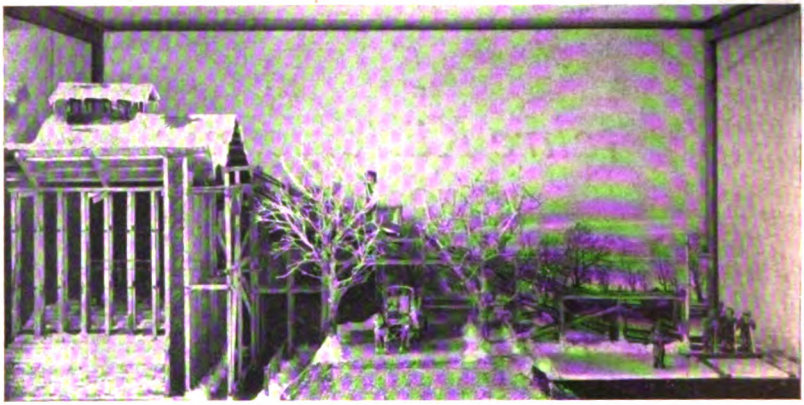
Format DIN A4, VI/192 Seiten mit
155 Abbildungen und 4 Bildtafeln.
In Leinen gebunden RM 9.—

1929
Herausgegeben zum Jubiläum der
Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.-G.
Wiesbaden

Durch jede Buchhandlung zu beziehen

VDI-VERLAG · BERLIN

Digitized by Google



Modell der Natureisgewinnung im Nymphenburger Kanal

Modell einer Anlage zur Erzeugung und Verwertung künstlicher Kälte
mit Lindeschen Kältemaschinen

Digitized by Google

Munich

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
APR 6 1939

EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von

Alfred Krupp

naturwissenschaft und technik

von

Wilhelm Berdrow

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9–6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9–6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10–7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10–7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10–7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10–6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1.—, Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Werktagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 1/2 10 – 1/2 1 und 1/2 3 – 1/2 9
an Sonntagen 10–6 Uhr durchgehend
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt das Modell des Kruppschen 1000 Ztr. Dampfhammers „Fritz", der von 1861 bis 1911 in Betrieb war.

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 4

ALFRED KRUPP

VON

WILHELM BERDROW

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

ALFRED KRUPP

Von Wilhelm Berdrow, Kosel.

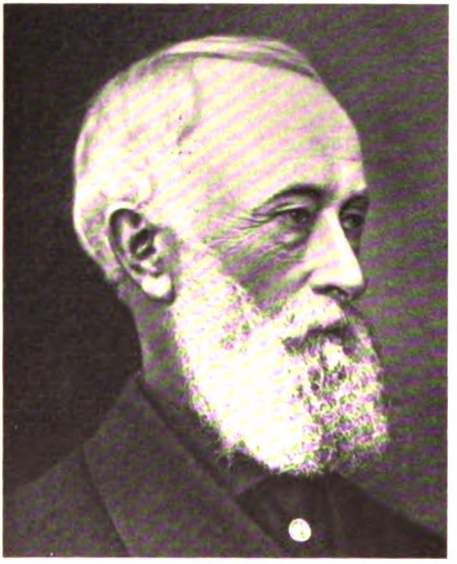
1812 bis 1826

Alfred Krupp wurde am 26. April des Jahres 1812 geboren, desselben Jahres, in welchem Napoleon durch seinen Zug nach Rußland die Früchte seiner ganzen Lebensarbeit aufs Spiel setzte. Viele Söhne Westfalens und des Rheinlandes, auch solche aus der Kruppschen Verwandtschaft, wurden in das Unglück der französischen Kriegszüge mitgerissen. Alfreds Vater und sein Oheim Wilhelm Krupp hatte vielleicht nur der Zufall davor bewahrt. -- Vier Jahre vor Alfreds Geburt war sein Vater Friedrich Krupp durch die Entschlüsse seiner Großmutter genötigt worden, die Gutehoffnungshütte, die ihm als Erbe und Eigentum bestimmt war, und wo er schon über ein Jahr gewaltet hatte, wenige Wochen nach seiner Hochzeit zu verlassen, weil sie käuflich an das Konsortium Jacobi, Haniel und Huyssen überging. In Verbindung mit der Antonihütte und Neu-Essen ging daraus der erste Eisenkonzern des Rheinlandes hervor, Friedrich Krupp aber, der auf der Gutehoffnungshütte bereits wackere Arbeit geleistet und u. a. die großen Eisenkörper der ersten Dampfmaschinen Dinnendahls gegossen hatte, sah sich durch ein neidisches Geschick von dieser Verbindung und ihren Zukunftsmöglichkeiten ausgeschlossen. -- Er versuchte eine neue Existenz auf kaufmännischem Gebiete, aber zur Zeit der Geburt Alfreds war er, durch unbezwingliche Neigung zur hüttenmännischen Tätigkeit getrieben, schon wieder ins Eisengewerbe zurückgekehrt und hatte mit zwei -- beiläufig gesagt, ganz unfähigen -- Teilhabern die Firma Fried. Krupp zur Bereitung des Gußstahls „und aller daraus resultierenden Fabrikate" gegründet. Er hatte das getan zur Zeit der Kontinentalsperre, die alle englischen Erzeugnisse auf dem Kontinent unerträglich verteuerte, und wieder fuhrte das Geschick einen Streich gegen ihn: als er nach Jahren angestrengter Arbeit und nach Aufopferung seines ganzen Vermogens sein Ziel technisch ziemlich erreicht hatte, war von Napoleon und der Kontinentalsperre nicht mehr die Rede. Nach dem Sturz Napoleons hatte die preußische Handelspolitik eine stark freihandlerische Richtung eingeschlagen, und die englischen Industrieerzeugnisse, auch der Tiegelstahl, kamen fast zollfrei und zu billigsten Preisen in großen Mengen ins Land. Dies war, neben anderen Fehlschlägen, die schwerste Belastung, mit der die Firma Krupp wahrend der Lebenszeit Friedrichs und mit der auch sein Sohn noch Jahr-

Digitized by Google

zehnte lang zu kämpfen hatte. Friedrich Krupp starb früh dahin, ohne sein Ziel, eine blühende vaterländische Stahlindustrie, erreicht zu haben, seinen Söhnen, vor allem dem ältesten, Alfred, blieb die Last, das väterliche Erbe fortzuführen.

Friedrich Krupp war im Jahre 1826 gestorben, über die Zustände bei seinem Tode liegt eine schriftliche Erinnerung seines großen Sohnes aus späteren Jahren vor. Er äußerte sich zu der Frage des väterlichen Erfolgs und Erbes: „Vom Vater haben wir kein Vermögen geerbt, auch keine Kenntnisse und keinen Namen. Die Fabrikation brachte nach altem Verfahren keinen Gewinn, und wurde nichts beibehalten als der Ort und das leere Gebäude." Im wesentlichen war das zutreffend, kein Vermögen, kein Kredit, keine Rohstoffe.



Alfred Krupp
geb. 26. April 1812 in Essen
gest. 14. Juli 1887 auf dem Hügel bei Essen

Man muß an diese Umstände flüchtig erinnern, um das, was Alfred Krupps Genie und Charakterstärke aus diesen Anfängen entwickelt haben, richtig zu würdigen. Er war weder ein Arbeitersohn, wie einige ältere Biographien erzählten, noch hatte ihm sein Vater „auf dem Sterbebette das Geheimnis der Gußstahlfabrikation" überliefert, wie eine andere Legende will. Er war einfach ein vierzehnjähriger Junge aus guter bürgerlicher, ja ehemals sehr vermögender Familie, dessen Vater durch unglückliche Umstände und sprunghaften Charakter Vermögen, Zukunft und Gesundheit aufs Spiel gesetzt und verloren hatte. Den Kampf aber und die bittere Not hatte Alfred in den letzten Jahren seines Vaters noch zur Genüge kennengelernt, und die Erinnerung daran hat seinen ganzen Lebensweg warnend begleitet. Hat er doch bei einer anderen Gelegenheit offen gesagt, er habe mehr von seiner Mutter als von seinem Vater geerbt, vor allem den Fleiß, „mit dem sie das Hauswesen rettete".

Digitized by Google

Einer der ersten Briefe, die wir von Krupps Hand besitzen, wurde wenige Tage nach dem Tode seines Vaters an dessen langjährigen Freund Noelle, den Leiter der preußischen Münze in Düsseldorf, gerichtet. Aus der Zeit Friedrich Krupps lag von dort noch eine Bestellung auf Münzstempel vor, auch ein Paar hartgegossene Walzen wünschte Noelle zu haben. Er und Friedrich Krupp hatten im Sinn gehabt, mit solchen Walzen aus einer harten „Composition" ein seit Jahren laufendes Preisausschreiben des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in den Preußischen Staaten zu lösen. Seiner etwas schwärmerischen Natur nach hatte Krupp mehr die Ehre und den Preis im Auge gehabt, der nüchterne Noelle aber mehr den praktischen Wert solcher Walzen. Alfred nun wollte sich die Teilnahme an dem wichtigen Versuch gern erhalten. Sein Brief an Noelle verrät ungeduldigen Drang zur praktischen Arbeit, aber auch die Hemmungen, die damals auf dem Unternehmen lagen. „Es fehlen noch ungefähr 100 Pfund an der Bestellung, welche, wenn der Hammer nur einen ganzen Tag Wasser hätte, gereckt sein könnten." Der Guß der Walzen, wofür Alfred die richtige „Beschickung" zu haben glaubt, sei nur an der Saumseligkeit Dinnendahls[1]) gescheitert, Krupp hat seit des Vaters Tode die Zeit nicht gehabt, nach Mülheim zu reiten, will es aber den ersten freien Tag tun, um die Gießerei zu mahnen, zum letzten Male, „da es noch mehrere solcher Eisengießereien giebt. ... Ich hoffe, Sie werden es mir nicht übel nehmen und mir diese meine größte Freude genießen lassen, daß ich das, woran mein Vater und zum Teil ich den Anfang gemacht hier in der Fabrik, nämlich das Gießen von ein paar Walzen, in Erfüllung bringe".

Hier ist, wenige Tage nach dem Tode des Vaters, ein ganz kleiner Ausschnitt, aber von photographischer Treue, aus dem Arbeitsanfang des vierzehnjährigen Sohnes. Mittellos, ohne Eisen, ohne Kohlen, ohne Tiegel, ohne Geld hatte der Vater die Gründung hinterlassen, „es wurde nichts beibehalten als der Ort und das leere Gebäude". Wir wollen hinzufügen: und ein paar unausgeführte Bestellungen, die die Kundschaft wohl schon vergessen hatte. An diesen schwachen Faden knüpfte der Erbe an, der erschütterte Kredit der Mutter und die Vermögensreste der Großmutter, der Rat und die kleinen Darlehen zweier Oheime halfen über die Anfangsnöte hinweg. Noch waren sechs alte beschäftigungslose Arbeiter da, denen er nun wieder Brot verschaffen wollte, er stellte sich in späten Erinnerungen in ihre Reihe mit den schlichten Worten: „und A. K., macht sieben Mann."

[1]) Es handelt sich um den Bruder des berühmten, 1826 kurz vor Friedrich Krupp gestorbenen Kunstmeisters Franz D., Johann Dinnendahl in Mülheim.

Digitized by Google

1827 bis 1834

Diese Zeit bedeutet die eigentlichen Lehrjahre Alfred Krupps, in denen er beides, Meister und Lehrling, zugleich war. Er mußte seine Erfahrungen teuer bezahlen, denn schon im Sommer 1827 zeigte sich eine ganze Partie Gußstahl infolge schlechten Einsatzmaterials mißraten, nachdem schon der größte Teil davon zu Gerbergeräten und Stempeln verarbeitet war. Beschwerden, Ablehnungen und schwerer Geldverlust waren die Folgen, und Krupp war sehr niedergeschlagen, aber mutlos wurde er nicht. Im Gegenteil befestigte ihn dieser Anlaß in einem Grundsatz, der zu den tragenden Pfeilern seines späteren Erfolgs gehörte, in der unbedingten Hochhaltung des Qualitätsprinzips, welches schon bei den Rohstoffen begann. Ein Brief des noch nicht 16jährigen aus dem Januar 1828 fordert von seinem Eisenlieferanten Brüninghaus unbedingt „Entfernung aller fremden unreinen und die Zähigkeit verhindernden Teile, die der Fabrikation des Gußstahls höchst nachteilig sind... Wollen Sie die Güte haben, das Eisen für mich besonders anfertigen zu lassen und, wenn auch bei größeren Unkosten, dasselbe soviel wie möglich noch besser (geschmeidiger und reiner) zu liefern, weil hiervon außerordentlich viel für die gute Qualität des daraus produzierten Gußstahls abhängt". Soweit es ihm irgend möglich war, bot Krupp seinen Geschäftsfreunden außerdem Ersatz an. Auch diese Gewohnheit, bei seinen Fertigerzeugnissen später zur Garantie erweitert, erhob er früh zu einem Geschäftsgrundsatz, dem er viel zu verdanken gehabt hat.

Schon in dieser frühen Zeit, zwischen seinem 18. und 20. Jahre, eignete Krupp ein freimütiges und bei aller Bescheidenheit doch selbstbewußtes Wesen im Umgang. Seine Bemerkungen sind meist kurz, und oft treffen sie den Nagel auf den Kopf. Nach Beanstandung einer Stahlsendung ersuchte er Noelle in aller Ruhe, ihm „ein genaues Urteil über das Verhalten des Stahls im Feuer zu geben, weil ich gern wissen möchte, in welcher Hinsicht dieser Stahl zu verachten ist". Einem andern Kunden, der mit dem guten, aber etwas schwierigen Kruppstahl nicht fertig werden konnte, erwiderte er, das komme wohl nicht an dem Stahl liegen, „wie würden ich und andere sonst imstande sein, so gute Sachen daraus zu verfertigen?" Einem allzu säumigen Zahler aber schrieb er kurzerhand: „So wie jeder Geschäftsmann seine eigene Handlungsmethode hat, so habe ich mir diejenige vorenthalten, daß ich meine Ware auf gleich bare Zahlung verabfolgen lasse, wozu mich die großen Aufopferungen zur Erfindung der Produktion des Gußstahls veranlaßt haben wie auch der Vorsatz einer fortwährenden Erweiterung des Geschäfts". Die erstere Forderung mußte er freilich fallen lassen, als er die Lieferung gehärteter Stoßwalzen mit langer Garantie begann; daß er es aber mit dem

Digitized by Google

zweiten Grundsatz ernst meinte, hat die Folge und haben sogar seine testamentarischen Bestimmungen bewiesen.

Aber wie schwer war es damals, solche Grundsätze und „Handlungsmethoden" zu verwirklichen! Litt doch die deutsche Wirtschaft nicht weniger unter dem Druck ihrer vielen inneren Zollgrenzen bei Bevorzugung äußerer Erzeugnisse als unter der handwerksmäßigen Enge der Gewerbe überhaupt. Wer brauchte damals Tiegelstahl? Eigentlich nur der Handwerker in den dünnen, zu Werkzeugstahl gereckten oder gewalzten Stangen, die England einführte und mit denen Krupp nur in der nahen Umgebung konkurieren konnte. Das war der Hauptgrund, der ihn früh zur Herstellung gewisser Fertigerzeugnisse drängte, zuerst Gerbergeräte aus sogenanntem naturharten Stahl, dann Prägestempel und endlich diese kleinen stählernen Walzen zum Strecken von Gold, Silber oder Messing. An diesen Sachen war auch bei kleinem Umsatz etwas zu verdienen, freilich mußte er mancherlei Lehrgeld dafür bezahlen. Als ihm 1828 ein alter Praktiker das Verfahren zeigte, Tiegelstahl von 2 bis 3 Zoll Dicke kompakt ohne die gefährlichen Innenrisse zu schmieden, jauchzte er geradezu auf: „jetzt kann ich jede Walze schmieden, so dick sie auch sei!" Und sehr unbesonnen teilte er die Kunst seinen Geschäftsfreunden mit, die sie klüglich selbst benutzten. Auch das Härten lernte er unter Opfern und tat es oft für andere, die sich Walzen und Maschinenteile aus seinem Stahl von ihm härten ließen, wozu er alle denkbaren Schliche in Anwendung brachte. Darin Meister geworden, ließ er sich diese Kunst gern ordentlich bezahlen und konnte böse werden, wenn man ihm das verdachte. „Was das Härten von Walzen anbelangt, so bin ich meines Wissens bis jetzt noch der Einzige, der es dahin gebracht hat, Walzen von Gußstahl bis zu einer Länge von 10 Zoll zu härten; dies zu erlernen sind aber auch viele Jahre vergangen, und manche Summe hat es gekostet..."

Alfred Krupp vergaß unter diesen ersten Fortschritten keineswegs das ursprüngliche Ziel seines Vaters, der sich vorgenommen hatte, den „englischen Gußstahl" in Preußen nicht nur zu bekämpfen, sondern nach Möglichkeit auch zu verdrängen. Bei einer kontinentalen Handels- und Zollpolitik, wie sie Napoleon vorschwebte, wäre das möglich gewesen, die wirtschaftliche Einstellung Preußens nach den Befreiungskriegen hatte die Verhältnisse aber nahezu umgekehrt. Alfred gab darum die übernommene Tradition seiner Fabrik nicht auf, er bemühte sich jahrelang persönlich und durch Wiederverkäufer, Werkzeugstahl abzusetzen, aber auf weitere Entfernungen war es fast unmöglich, in der nächsten Umgebung — bei geringem Bedarf des Handwerks — schwierig. Er hätte zur billigeren Erzeugung einen stärkeren, immer betriebsfertigen Hammer und ein Walzwerk für die dünnen Stahlsorten nötig gehabt, und er bemühte sich 1830, diese

Digitized by Google

Anschaffungen durch ein preußisches Staatsdarlehen zu erlangen, wurde aber abschläglich beschieden. Das drängte ihn um so mehr auf den Weg der Veredelung seiner Erzeugnisse durch Fertigfabrikation.

Einen entschiedenen Wendepunkt nach dieser Richtung bedeutete das Jahr 1830. Damals richtete sich Krupp in seinem Hammerwerk an der Berne nördlich von Essen eine kleine mechanische Werkstatt zum Drehen und Justschleifen von Stahlwalzen ein, das Wasserrad sollte die Maschinen treiben. Es war für ihn, den mittellosen jungen Menschen, ein bedenklicher Schritt. Die Maschinen, Transmissionen usw. fertigte er mit seinen paar Leuten selber an, das meiste taten der Schmied und Zimmermann. Eichenholz bildete das Hauptmaterial, nur das unumgänglich Notwendige, Gleitschienen, Backen, Spindeln, Schrauben, bestanden aus Eisen und Stahl. Die Drehbank erwies sich bald als zu leicht und die Schleifmaschine arbeitete nicht genau. Er erfand korrigierende Hilfsvorrichtungen und verbesserte die Maschine so lange, bis sie den Anforderungen notdürftig genügte. Aber er sah mit Neid auf seinen Reisen die wohleingerichteten Werkstätten der Münzämter und anderer Freunde, die ihre Maschinen fertig aus England bezogen. Das war ihm versagt. Bei Ablieferung des ersten Walzenpaares nach monatelanger Arbeit schrieb er dem Besteller: „Hatte ich im voraus die Schwierigkeiten gekannt, so würde ich zu Thlr. 55 diese Arbeit nicht übernommen haben, da bitterer Schaden dabei ist und mir zwei Stück verunglückt sind."

Mit fortschreitender Arbeit wuchsen die finanziellen Schwierigkeiten, eine schwerere Drehbank wurde unerläßlich, das Wasser seines Baches, immer knapp, mangelte in einem trockenen Sommer fast ganz, monatelang konnte weder gereckt noch gedreht werden, ja, die Verlegung der Werkstatt nach dem Hammer erwies sich zuletzt als ein Fehlschlag, und die Maschinen wurden zeitweilig mit einem großen hölzernen Schwungrade durch Menschenkraft betrieben.

Die mechanischen Aufgaben und Erfindungen dieser Jahre beeinträchtigten nicht Krupps rege Tätigkeit auf dem metallurgischen Felde, auch hier wuchsen in jedem Jahre neue Aufgaben aus dem Erreichten hervor. Er war ja nach seinen eigenen Worten damals Schmied, Schmelzer, Dreher, Koksklopfer und vieles andere, gelegentlich auch Nachtwachter in eigener Person, mit wenig Schlaf, viel Sorgen und keineswegs üppiger Ernährung. Drohte sein Körper der Arbeit zu erliegen, so richtete ein unbezwinglicher Wille ihn wieder auf. Krupps vortreffliche Prägestempel und Walzen kamen einem starken Bedürfnis entgegen, aber die schweren englischen Hartwalzen konnte er damit nicht ersetzen. Jahrelang machte er Versuche mit schweren hartgegossenen Stahl- oder „Compositions"-Walzen. Er versuchte Tiegelstahl mit Roheisen, mit Kupfer und Messing zu legieren,

Digitized by Google

er kannte auch den später hier und da verwendeten Silberstahl und er goß als einer der Ersten in Deutschland Eisen und Stahl in Kokillen. Auf seine ersten Versuche mit Schalenguß blieb er immer stolz, noch im Jahre 1879 schrieb er: „Was die Berechtigung anbetrifft, Hartguß für Panzerungen anzuwenden, so hat die Firma Hartguß gemacht, bevor Herr Gruson ein Etablissement besaß."

So arbeitete Krupp in den dreißiger Jahren im Sinne der Veredelungstechnik fort, ohne die Menge der Stahlerzeugung wesentlich zu steigern. Aber sein Material erhielt in Stempeln und geschmiedeten Walzen den vierfachen, in gehärteten Walzen den zehnfachen Wert. Derselbe Weg führte auch zum Gießen schwererer Stücke aus 2, 3 oder 4 Tiegeln, Krupp war der Erste nicht nur in Deutschland, sondern wahrscheinlich überhaupt, der große Tiegelstahlbrammen aus einem Guß machte. Seine unerreichten schweren Blöcke sind es gewesen, die ihm seit der Londoner Ausstellung von 1851 Weltruf verschafft haben.

Eine Reise nach einigen süddeutschen Staaten 1832 klärte ihn darüber auf, daß dort, in den Sitzen der deutschen Schmuckindustrie, für seine Werkzeuge ein viel größerer Markt als in seiner Heimat war. Er begann nun auch die kleinen Walzenständer mit Zubehör für seine Stahlwalzen zu bauen und lieferte fortan fertige Maschinen. Er hatte damals noch keine Gießerei und ließ auf verschiedenen Hütten der Umgebung das Notwendige herstellen, wie er auch auf fremden Hämmern seine Güsse großenteils recken ließ, immer noch waren es Notbehelfe, unter denen er seinen Weg langsam, aber mit unbeirrbarer Zähigkeit suchte. Mit äußerster Inanspruchnahme seines Kredits erweiterte er aufs neue seine Werkstatt, und die seitdem gebauten Maschinen zeigten nicht nur im Material, sondern nach erhaltenen Skizzen auch konstruktiv, was er auf seinen Reisen und durch die bisherige Arbeit gelernt hatte. Unter diesen Fortschritten und angestrengter Brotarbeit verging das Jahr 1833, erst das dann folgende war bestimmt, die Früchte der ganzen vorhergegangenen Tätigkeit durch einen ungeahnten Erfolg ihm und den Seinen sichtbar zu machen.

Es war ja 1834 das Jahr des Zollanschlusses der süddeutschen Staaten an die mitteldeutschen und an Preußen. Zwischen den deutschen Bruderstämmen fielen mit einem Schlage alle die Handels- und gewerblichen Schranken, die sie mehr unter sich als vom Auslande getrennt hatten. Alfred Krupp benutzte die Frühjahrsmonate dieses Jahres zu einer nochmaligen ausgedehnten Reise nach Süddeutschland, auf der er mit seinen Mustern von Stahl, Walzen, Stempeln usw. bis München gelangte und besonders in Bayern und Schwaben einen ungeahnten Markt für seine Erzeugnisse entdeckte. — Nach zwölfwöchiger Abwesenheit, die eine ununter-

Digitized by Google

brochene Hetzjagd mit täglicher Arbeit und Nachtfahrten bedeutete, mehrmals vor Erschöpfung zusammenbrechend, kehrte er Anfang Juni mit einem Auftragbestande zurück, der allein an Walzen seine bisherigen Jahresumsätze um das Doppelte überstieg. Mit den vorhandenen Mitteln, das mußte er sich gestehen, konnte er diese Bestellungen nicht ausführen, und damit reifte in ihm der damals große Entschluß, sich durch die Anschaffung einer Dampfmaschine von allen Mängeln und Zufälligkeiten des alten Betriebes zu befreien. Was er sich von dieser Umwälzung erhoffte, zeigen viele Briefe aus jener Zeit. An seinen alten Eisenlieferanten Brüninghaus schrieb er unter erneuten Klagen über immer noch vorkommende Mängel im Stabeisen: „Mein künftiger Bedarf, wenn kein Hindernis der projektierten Anlage einer Dampfmaschine im künftigen Frühjahr sich entgegenstellt, wird dem bisherigen nicht ähnlich sein. Wie notwendig ich mich aber alsdann auch auf beständige Gleichheit und Güte des Eisens muß verlassen können, werden Sie wohl einsehen, da nicht nur das Eisen, sondern alle zur Verarbeitung verwendeten Kosten verloren sind, wenn dasselbe nicht die bekannten Eigenschaften besitzt." An Ravené Söhne in Berlin schrieb er mit einer Probesendung Stangenstahl: „. . . halte es noch für zweckmäßig, Sie darauf aufmerksam zu machen, daß bei der Verarbeitung dieses Gußstahls wie auch beim Härten nur eine dunkle Glühhitze erforderlich ist und er bei letzterem mit dunkler Glühe wenigstens ebenso hart wie der englische Stahl bei einem weit größerem Wärmegrad wird. Gegen Mitte kommenden Jahres werde ich ein komplettes Hammerwerk wie auch eine mechanische Werkstätte durch eine Dampfmaschine in Betrieb setzen, sodann nicht nur fähig sein, jeden Auftrag gut, sondern auch schnell auszuführen."

1835 bis 1848

Die Aufstellung der ersten Dampfmaschine im Sommer 1835 bedeutete für Alfred Krupp den Beginn einer neuen Zeit. Es war eine 20pferdige „Hochdruck"-Balanziermaschine aus der Gutehoffnungshütte, mit wenigen Atmosphären Dampfdruck und mit der Bestimmung, nicht nur die Maschinen der Werkstatt, sondern auch vier Hämmer, Gebläse, Schleifsteine, die Pochmühle und wohl noch mehr Vorrichtungen zu treiben. Man schien 20 Pferdekräfte für unerschöpflich zu halten, wenigstens vermaß sich Krupp, mit seiner nunmehrigen Anlage den Gußstahlverbrauch bis weit über die Grenzen der deutschen Staaten zu befriedigen. Durch Vermittlung des Preußischen Hauptmünzhofes suchte er Anschluß an die Kaiserlichen Münzen in Wien und Petersburg, wenn auch einstweilen ohne Erfolg, und er bemühte sich auch bei der Preußischen Regierung noch ein-

Digitized by Google

mal um das vor Jahren versagte Darlehn, um jetzt wenigstens das notwendige kleine Walzwerk zu bauen. Aber auch das wurde ihm versagt. Die Mittel für den geschehenen Um- und Neubau seiner Einrichtungen hatte ihm ein nahe befreundeter Vetter, der Rittergutsbesitzer Friedrich von Müller auf Metternich, vorgestreckt, der gleichzeitig als stiller Teilhaber auf zehn Jahre dem Unternehmen beitrat.

Dieser Kapitalzuschuß und die Vereinigung aller Betriebsmittel in und bei dem großen, noch von Alfreds Vater gebauten Schmelzbau dicht bei der Stadt Essen brachte Krupp wesentliche Erleichterungen. Aber auf seinen alten Weg, die Herstellung wertvoller Fertigerzeugnisse unter Einschränkung der Stahlfabrikation, blieb er nach wie vor angewiesen, und auch bei dieser Selbstbeschränkung hörte die Sorge um das notwendige Betriebskapital noch lange nicht auf. Deutlich spricht in dieser Hinsicht ein Brief Krupps aus dem Januar 1836 an den Oberpräsidenten von Bodelschwingh, in welchem gesagt wird: „Wenn auch... in den süddeutschen Staaten und im weiteren Auslande, wo in ihrem Werte ähnliche Fabrikate bisher kaum bekannt waren, Bestellungen immer reichlicher eingehen, und die Gegenstände, besonders Gußstahlwalzen, dort vorzüglich gut bezahlt werden, so kann bei dem Verhältnis, daß erst nach 6 bis 12 Monaten die meisten Beträge dafür eingehen (wegen der von Krupp gewährten Garantie), nachdem die im vergangenen Jahre auf 20 000 Thlr. sich belaufenden Kosten für die Fabrikerweiterung die Mittel mehr als erschöpft haben, nicht das Bedürfnis an Vorschuß zur Bestreitung der Materialien, Arbeitslöhne usw., welche monatlich circa 2000 Thlr. jetzt betragen, befriedigt werden." Der Oberpräsident versuchte Krupps nur zu berechtigte Wünsche betreffs eines Staatsdarlehns in Berlin zu befürworten, stieß aber auf so entschiedene Ablehnung, daß er ein dienstliches Gesuch gar nicht vorzulegen wagte. Alfred Krupp blieb auf sich und die ihm Nächststehenden angewiesen.

Es kann hier nicht im einzelnen nachgewiesen werden, mit welchen Mitteln die fortdauernden Schwierigkeiten der folgenden Jahre überwunden wurden, eine an Härte grenzende Sparsamkeit in der Lebensführung tat viel dazu. Außer Alfred arbeitete jetzt im Geschäft der zweite Bruder Hermann Krupp, der sich später als Mitbegründer der Berndorfer Metallwarenfabrik in Österreich eine glänzende Stellung schuf. Er entfaltete schon als junger Mann tüchtige Eigenschaften sowohl in technischer als in kaufmännischer Hinsicht, und durch etwas Nachgiebigkeit gelang ihm manches gute Geschäft, das Alfred mit seiner zur Schroffheit neigenden Natur vielleicht entgangen wäre. Die Brüder ergänzten sich ausgezeichnet. Der erst 1820 geborene jüngste Bruder Friedrich war

Digitized by Google

noch in der Lehre, trat aber bald ebenfalls in die Reihe der Mitarbeiter der Gußstahlfabrik ein.

Die Grundlage der Geschäfte blieb also in den folgenden Jahren unverrückt. Es traten in den Abnehmerkreis für Hartwalzen, Stempel und Feinwerkzeuge die Schweiz, Belgien und Holland, vor allem Amsterdam und endlich Frankreich mit seiner blühenden Industrie kleiner Goldarbeiter in Paris, Lyon und einigen anderen Plätzen. In Verbindung mit der Kundschaft in- und ausländischer Münzen hätte sich dies Geschäft wohl so ausbauen lassen, daß es seinen Mann nährte, und tatsächlich ist es auch noch während der nächsten zehn Jahre fast ausschließlich gepflegt worden. Aber für den hochstrebenden Geist Alfred Krupps war das nur ein durch äußere Umstände auferlegter Zwang, er hatte seinen in der ersten Jugend geäußerten Grundsatz, „dem Geschäft eine immer größere Ausdehnung zu geben", keineswegs vergessen.

Er hatte auch sein und seines Vaters ursprüngliches Ziel nicht vergessen, mit England um den deutschen Markt in Gußstahl zu ringen. Kein Ziel erwies sich so schwer zu erreichen wie dieses. Der englische Werkzeugstahl zeigte Eigenschaften, besonders im Härteprozeß, die Krupp mit seinen sauerländischen Rohstoffen nicht erzielen konnte, soviel Versuche er auch, von hundert Aufgaben zugleich gejagt, unternahm. In dem Tagebuche des 24jährigen (1836) steht dafür eine charakteristische Andeutung. Alfred hatte sich daran gewöhnt, alle seine Vorsätze zu Papier zu bringen, da er seinem überlasteten Gedächtnis mißtraute. Da findet sich unter Notizen für Hermann, für den damals beschäftigten ersten Ingenieur Speer, den Schreiner Eckerfeld und andere auch eine Arbeitsliste für den Schreiber selbst: „Alfr.: Hauptmünzamt Berlin schreiben. Manory schreiben. Nicol. Lendy, Brünn! Was bekommt Rusterholz denn jetzt? Oval Drehbank. Meister Schmit das Taxat (betr. Feuerversicherung). Rohr Altena Stahlkuchen. Wo und unter welchem Namen erhält man den besten steirischen Stahl in Kuchen? Das Haus in Hull befragen wegen Dannemora-Eisen erste Qualität aus Schweden wie Huntsman gebraucht."

Damals beschäftigte ihn also die Stahlfrage schon stark, er war bereits überzeugt, daß die Überlegenheit der Engländer teilweise oder ganz an ihren Eisenquellen lag. Er bekam aber damals kein schwedisches Eisen, die englischen Handelshäuser, an die er sich wandte, wichen seinen kleinen Aufträgen aus. Jahrelang trug er sich mit dem Vorsatz, selbst nach England zu gehen, unauffällig die dortigen Verfahren und Quellen zu studieren und dann den Wettbewerb von neuem zu beginnen. Wichtige, unaufschiebbare Arbeiten und Sorgen um die Existenz der Fabrik hielten ihn ab. Er beschäftigte 1836 bis 37

Digitized by Google

schon 60 bis 80 Leute, viele davon immer mit Bauarbeiten, es war schwer, für ihre Löhnung zu sorgen. Im Auslande brauchte er Reisende und Vertreter, der Absatz und die Größe der Aufgaben stiegen, er war sicher damals der einzige Mann, der Tiegelstahlwalzen von 16 Zoll Länge und 5 bis 6 Zoll Durchmesser herstellen und härten konnte. Aber jeder Fortschritt verlangte neue Einrichtungen, die oft die Einnahmen verzehrten, lange bevor sie eingingen. Dabei besaß Krupp auch einen großen Stolz, der ihn viel lieber seine Fortschritte und das Anwachsen der Fabrik als seine Verlegenheiten zur Kenntnis anderer bringen ließ. „Jemanden anzusprechen, ohne der Bereitwilligkeit sicher zu sein, ist eine empfindliche Sache, die man um so mehr gern vermeidet, wenn man sich einmal ohne anderer Leute Hilfe aus dem Staube erhoben hat." Diese Neigung ist ihm immer verblieben; selbst als er schon ganz groß, aber nichtsdestoweniger zuweilen in schwerer Bedrängnis war, suchte er lieber Leute, deren Unterstützung er wünschte, zu bluffen, als daß er bat. Dahin gehören auch die Worte aus seinem Reisetagebuch: „Nie schmeicheln oder um Bestellung bitten." Gegen Preisdrücker führte er seine Qualität ins Treffen: „Das erworbene Renommé zu behaupten ist mein Hauptaugenmerk, und wohlfeil ineinanderflicken ist nicht mein Prinzip." Briefe technischen Inhalts schrieb er immer noch am liebsten selbst, und an seinen Eisenlieferanten Brüninghaus waren sie zahlreich und sehr eingehend, immer eine bessere Beschaffenheit anstrebend. Er versuchte sogar, sein stark entwickeltes Unabhängigkeitsgefühl hintansetzend, einmal eine feste Verbindung mit dieser alten und guten Firma, sei es um seiner Eisenschulden ledig zu werden oder um auf die Rohstoffbereitung um so besser einwirken zu können. Später schrieb er an die Firma Brüninghaus: „Hinsichtlich des verminderten Verbrauchs an Osemund bemerke ich Ihnen vertraulich, daß ich, nachdem Sie es nicht für gut fanden, meine Offerte (eines Zusammenschlusses) anzunehmen, die Fabrikation der fertigen Artikel, an denen noch die Kunst belohnt wird, nach Möglichkeit forcirt habe." Es war noch ein zweiter Grund, der ihn auf der betretenen Bahn festhielt und weitertrieb: nämlich der Industrie zu beweisen, was sich bei richtiger Behandlung aus dem Tiegelstahl machen ließ. Er selbst ahnte nicht, daß ihn dieselbe Notwendigkeit durch sein ganzes Leben verfolgen würde. Es waren im wesentlichen immer Notwendigkeiten hinter seinem Schaffen, und dessen war er selbst sich wohl bewußt.

Noch ein ganzes Jahr mußte Krupp auf die Erfüllung seines Wunsches, nach England zu reisen, verzichten; die sich rasch vergrößernde Fabrik forderte den vollen Einsatz seiner Kraft. Er schrieb inzwischen unaufhörlich Hinweise und Ratschläge für die Zeit seiner Abwesenheit auf, als ob er gewußt hätte, daß die Reise sich weit

Digitized by Google

über sein eigenes Erwarten ausdehnen würde. Von der Tiegelbeschickung und dem richtigen Durchschmieden der Güsse bis zum Härten, vom Kesselheizen bis zum Pferdeputzen reichen seine Vorschriften, es war sozusagen ein technisches Testament, das er den Zurückbleibenden hinterließ. Er dachte auch an sich selbst, er traute seinem Gedächtnis ebenso wenig als den anderen. Für die englische Reise notierte er sich u. a.: Die Tiegel-Schmelz-Öfen. Den Thon woher? Das Eisen. Bruch der rohen Güsse — die Schmiederei und das Wärmen. Frage: ob dort zweckmäßig ein Etablissement angebracht wäre — Engl. Hartwalzengießerei — Preis. Usw. Usw. Sein Programm war sehr groß und er war sich klar, daß er viel Arbeit mit Klugheit vereinen müsse, um das Gewünschte aus den Engländern herauszuholen.

Er trat die Reise im Frühsommer 1838 an, hielt sich aber so lange in Paris auf, als ob er dort wirklich, wie er sich gern ausdrückte, den Ruf seiner Walzen für immer oder „auf ewige Zeiten" begründen wollte. Er besuchte Tausende kleiner Goldarbeiter und auch die größten Häuser und schickte Hunderte von Bestellungen nach Hause. In England durchstreifte er die Eisen- und Stahldistrikte. Er sah und erfuhr alles, was ihm diente, über die dabei bestandenen Abenteuer bildete sich später unter seinen Arbeitern ein wahrer Legendenkranz. Die Reise, die ihn fast anderthalb Jahre von der Heimat fern hielt, kostete viel Geld und spannte die finanzielle Lage des Geschäfts auf das äußerste an, es galt ihm gleich. Als sich Hermann aus der Heimat in Briefen beklagte, antwortete er ihm: „Diese Reise kostet Geld und schmälert den vorjährigen Gewinn... sie ist aber so nötig für unsere Stangenfabrikation als Kohlen zur Feuerung unserer Maschine." Er vertraute fest auf die Zukunft, für die häuslichen Arbeiten aber auf seine beiden Brüder, von denen nun auch der jüngste wacker in der Fabrik tätig war. Alfred verkannte aber doch die Lage, es ging ohne ihn wirklich nicht gut, und als er im September 1839 in Essen wieder eintraf, nachdem er abermals Paris und dann Rouen, Havre, Gent, Brüssel und Antwerpen besucht hatte, mußte er einen ziemlich ernsten Rückschlag feststellen. Mangel an Aufträgen außer den seinigen von der Reise, die fast erledigt waren, Mangel an Betriebskapital, vor allem an Selbstvertrauen und Mut. Es war doch inzwischen viel schief gegangen, und das „Auge des Herrn" war nötiger als je.

Krupp brachte aus England und Frankreich nicht nur vermehrte technische und geschäftliche Kenntnisse mit, sondern auch einen größeren Gesichtskreis, einen Schatz von Umgangsformen, von Welt- und Sprachkenntnis, der ihm von dieser Zeit an unter seinen Brüdern und Freunden, aber auch unter Fremden als etwas Besonderes, zu Respektierendes anhaftete. Ein Freund aus der englischen Zeit sagte:

Digitized by Google

„Wir nannten ihn den Baron, er war ganz jung, sah sehr delikat, aber schön und interessant aus." Andere Schilderungen der nächsten Jahre bestätigen das. Dazu kam, daß Alfred seine angeborene Neigung zu Pferden und zum Reiten in England noch stark entwickelte und später fast zur Leidenschaft steigerte. Man konnte später sagen, daß ein Mann, der gut ritt, bei Krupp von vornherein einen Stein im Brett hatte.

In der geschäftlichen Entwicklung bedeutete die englische Reise einen Einschnitt insofern, als sich die Brüder fortan, durch ein paar große Aufträge in Silber- und Münzwalzwerken angereizt, mehr auf solche großen Geschäfte als auf die bisherigen kleinen, aber sicheren Bestellungen verließen und ihnen mit einer gewissen Beharrlichkeit nachjagten. Es konnte dabei viel verdient, aber auch durch übertriebene Reise- und Auftragspesen, durch Garantiepflichten oder verunglückte Walzen viel verloren werden [2]). Von einer etwas früheren Zeit sagte Krupp später in der Erinnerung: „Wenn die Walzen nicht als Regel geraten wären, so wäre mir der Atem ausgegangen, denn in einer Bestellung von wenigen und im Gelingen beruhte oft meine Existenz und mein Vermögen." Jetzt aber kam besonders in Alfreds Abwesenheit dieses Mißraten öfter vor und zuweilen auch bei größeren Walzen, von denen das Paar tausend Taler und mehr kostete. Solchen Schlägen war das Werk damals kaum gewachsen. Als dann nach einer ungewöhnlich großen Lieferung von Münzwalzwerken für Wien 1841/42 zwischen Krupp und den dortigen Münztechnikern sich ein unglücklicher Streit erhob, der zu einer jahrelangen Verzögerung der Zahlungen führte, stand das Unternehmen eine Zeitlang tatsächlich „am Rande des Abgrundes", wie Krupp selbst die Lage in einer Eingabe an die Kaiserliche Hofkammer bezeichnete. Jahr und Tag kämpfte er damals in Wien persönlich um sein Recht: nur seiner furchtlosen, freilich durch den Mut der Verzweiflung getragenen Sprache an hohen Stellen verdankte er, daß ihm schließlich der Betrag der Walzwerke, über 40 000 Gulden, überwiesen wurde. Die Fabrik stand aber damals nahe vor dem Konkurs, vor dem sie nur durch das selbstlose Eintreten des Vetters Friedrich von Müller gerettet wurde. Alfred bewahrte diesem Manne eine lebenslängliche unauslöschliche Dankbarkeit.

Er und seine Brüder hätten nun wohl von den großen, aber gewagten Geschäften genug gehabt. Aber auch jetzt trieben die wirtschaftlichen Ereignisse das Unternehmen in der eingeschlagenen Bahn weiter. Die einmal gemachten Anlagen und Bauten mußten verwertet, die wachsende Arbeiterschar beschäftigt werden. Außerdem aber war die Zeit für den Massenabsatz kleiner Goldwalzen mit einem Schlage

[2]) In den Lebenserinnerungen von Werner Siemens findet sich eine bezeichnende Stelle mit ganz ähnlichen Erfahrungen.

Digitized by Google

vorbei, als, wahrscheinlich gerade infolge der Schöpfung großer polierter Stahlwalzen durch Krupp, Fabriken zur massenhaften Herstellung der dünnen Gold- und Silberbleche entstanden, welche die kleinen Meister gebrauchten und früher sich selbst hergestellt hatten. Endlich fiel auch in diese Zeit die Erfindung des Neusilbers oder Argentans, die nach derselben Richtung hinzielte: Massenerzeugung, größere Leistungen und Maschinen und teilweise Ausschaltung des Handwerks. Selbst in Paris waren kleine Walzen, bisher die vorwiegende Marktware der Gußstahlfabrik, kaum noch abzusetzen, Hermann Krupp schrieb von dort in richtiger Erkenntnis der Lage: „Unsere Walzen halten zu lange. Alles zeigt deutlich die Notwendigkeit, neue Erwerbsquellen zu suchen."

Mit diesem Ziele waren allerdings Alfred und Friedrich Krupp damals eifrig beschäftigt. Sie hatten schweißbaren Gußstahl für schwere Bergbaugeräte hergestellt und warben bei den Bergbehörden um Absatz. Den ersten deutschen Lokomotivfabriken bot Krupp stählerne Kolbenstangen, Achsen und andere Maschinenteile an, aber lange stieß er auf kühle Ablehnung, zu sehr war man noch an das Eisen und den billigeren Raffinierstahl gewöhnt. Alfred Krupp schmiedete 1843 eigenhändig die ersten nahtlosen Gewehrläufe und sandte nach scharfen Prüfungen dem damaligen preußischen Kriegsminister von Boyen zwei solche Läufe zur Probe. Er könne aus demselben Stoff auch Kanonen schmieden, die den bisherigen an Dauer und Leichtigkeit weit überlegen sein würden. Der Minister lehnte den Gußstahl für Gewehrläufe als zu kostspielig ab, da die bisherigen geschweißten Läufe „allen billigen Anforderungen genügten". Für Krupp war diese Ablehnung, nachdem er bereits in Bayern, in Frankreich und anderswo bereitwillige Anerkennung gefunden hatte, ein schwerer Schlag. Er wußte sehr wohl, daß gerade damals die Ansprüche an die Infanteriewaffe sich schnell steigerten, und daß die alten Läufe bei den zu erwartenden stärkeren Ladungen keineswegs genügen würden. Er vernichtete in einem Ausbruche von Unmut das behördliche Schreiben, „weil ich nicht wollte, daß ein die Kurzsichtigkeit maßgebender Kreise in Preußen so bloßstellendes Aktenstück einmal in die Öffentlichkeit käme". Er hat dem preußischen Kriegsministerium diesen Beweis bürokratischer Rückständigkeit, wie er es auffaßte, nie vergessen. Er machte damals auch harten gewalzten Stahl für Kürasse und hatte auch damit technisch Erfolg, aber die Früchte dieser Erfindung sowie der Gewehrläufe aus Gußstahl ernteten andere Unternehmungen.

Was in diesen unsicheren Jahren die Firma Krupp über Wasser hielt, war vor allem die sogenannte Löffelwalze, eine Erfindung, die mehr seinen Brüdern als ihm zu verdanken war, bei deren Verwertung und Einführung aber er selbst beinahe alles getan hat.

Digitized by Google

Es war ein Walz- und Prägewerk mit gravierten auswechselbaren Walzen, um Löffel, Gabeln usw. in den verschiedensten Dessins in Massen herzustellen. Alfred Krupp hielt sonst gar nicht viel vom Erfinden, aber auf die Verwertung der Löffelwalze warf er sich mit unbeirrbarer Zähigkeit, und dreimal gelang es ihm, durch sie sein Unternehmen in schwierigen Lagen zu stützen, wenn nicht zu retten. Zuerst 1843/44 durch die Gründung der Berndorfer Metallwarenfabrik in Niederösterreich, die er mit Alexander Schöller aus Wien unternahm, und die zwar lange Zeit nichts einbrachte, aber der Gußstahlfabrik in einer sonst fast brotlosen Zeit länger als ein Jahr lohnende Beschäftigung durch die Herstellung der Maschinen und Walzen gab. Zum zweiten Male in dem Krisenjahr 1848, als die Arbeit so weit zurückging, daß die Familie Krupp ihre letzten Silbergegenstände einschmelzen ließ, um für einen Samstag die Löhnung zu erschwingen. Gleich nachher rettete Alfred ein großer russischer Auftrag in Löffelwalzen, um den er sich Jahr und Tag beworben hatte. Das dritte und größte Geschäft mit der Erfindung machte er 1851 zur Zeit der Londoner Weltausstellung durch den Verkauf einer vollständigen Einrichtung nebst dem englischen Patent an die Firma Elkington in Birmingham, dieselbe, die einige Jahre früher auch eine der ersten Erfindungen Werner Siemens zu einem guten Preise gekauft hatte.

Aber inzwischen hatte Krupp schwere Jahre mit wechselnden Geschicken durchlebt. Alles war ja in diesen vierziger Jahren, der Übergangszeit vom Hand- zum Maschinenbetriebe, so schwankend und unsicher. Krupps Arbeiterzahl war schon auf 130 gestiegen und fiel wieder auf 70, obwohl er schon damals keinen brauchbaren Mann ohne dringende Not entließ. Sein Umsatz, der 1846 durch ein paar große Auslandsgeschäfte auf 80 000 Thaler stieg, fiel im nächsten Jahr auf beinahe die Hälfte. Sein Teilhaber Sölling, der 1844 mit einer größeren Einlage an die Stelle des Vetters von Müller getreten war, regte sich über jede Erweiterung der Bauten und Betriebsmittel gewaltig auf, Krupp ließ sich nicht irre machen und gab ihm auf seine besorgte Klagen bündige Antworten. „Das Geld muß ins Geschäft. Es genügt bei weitem nicht bei solchen Fortschritten der Fabrik, wie es bis heute der Fall war... deshalb lassen wir alles darin und werden alles vom Privatvermögen meiner Mutter versilbern und hineinbringen." Und ein anderes Mal in drückender Zeit an denselben: „Wir könnten ja auch Geld aus dem Geschäft nehmen für Privatverwendung; dagegen werden wir aber, was wir beitreiben können, in den Geschäftsfonds stecken, denn fruchtbarer kann es nicht angelegt werden. Einer wie großen Ausdehnung ist nicht eine einzelne Branche unserer Fabrikation fähig. — Alles liegt ja noch in der Kindheit und tritt

Digitized by Google

jetzt erst eigentlich in der Welt auf". Welch ein unerschütterlicher Glaube an sich und sein Werk spricht aus diesen Worten, die sich um viele ähnliche Beispiele vermehren ließen, zugleich aber auch welch klares Bewußtsein von der Aufgabe, um nicht zu sagen Sendung, die Alfred Krupp zugefallen war, und die er unter Mühsal, Hindernissen, Widerstand und vielfältiger Gefahr des eigenen Unternehmens mehr als 20 Jahre verfolgt hatte. Krupp wußte genau, daß er nicht Stahlfabrikant wie andere, sondern daß er der Pionier des Stahls in seinem Vaterlande, ja in der Welt war. Und die Größe dieser Aufgabe, die unbegrenzten Möglichkeiten dieses Stoffes und der Gußstahlfabrik als Vorkämpferin desselben ließen ihn furchtlos für eine Zukunft arbeiten, an die zuweilen außer ihm niemand zu glauben schien.

1848 bis 1859

„Am 24. Februar 1848, an demselben Tage des Ausbruchs der französischen Revolution, wurde mir von meiner Mutter auf Veranlassung des Onkels Schulz das Wrack der Fabrik übergeben" — mit diesen Worten hat sich Alfred Krupp später der Übernahme der Fabrik in seinen Alleinbesitz erinnert. Länger als 20 Jahre war er bei aller Arbeit, Sorge und Verantwortlichkeit, doch nur der Geschäftsführer der Mutter und der Ernährer der Geschwister gewesen; an dem Widerspruch seines Teilhabers Sölling, der in dem Unternehmen einen einheitlichen Willen und eine unbeeinflußte Leitung sehen wollte, zerbrach endlich diese unhaltbare Lage. Alfreds Bruder Hermann wurde durch die Beteiligung an Berndorf entschädigt, wo er schon seit drei Jahren leitender Geschäftsführer gewesen war, Friedrich und die Schwester Ida Krupp durch ihre Anteile an dem Verkaufspreise, mit dem Alfred belastet wurde. Die Lage des Unternehmens war der von 1826 nicht unähnlich, keine Aufträge, der Kredit aufs äußerste gespannt, die Aktiva eigentlich in den Händen Söllings, der dem Geschäft mindestens 60 000 Thaler geliehen hatte. Alle Möglichkeiten lagen in der Zukunft, die erwähnte Lieferung eines russischen Loffelwerks kam erst im Sommer zustande.

Krupps Lebensarbeit vom Jahre 1848 bis 1859, dem Zeitpunkt der ersten bedeutenden Geschützbestellung durch Preußen, war in der Hauptsache zwei Zielen zugewandt, die genau in der früher gekennzeichneten Linie seines Strebens lagen. Es war die Einführung stählerner Erzeugnisse in das Eisenbahnwesen, die er bei andauerndem Widerstande der Technik und der heimischen Staatsbahnverwaltungen siegreich verfocht, und die grundlegenden Versuche und ersten Erfolge in der Geschützfabrikation. Es ist angedeutet, daß die Vorarbeiten auf beiden Gebieten schon früher fielen. Jahrelang hatte

Digitized by Google

Krupp auf die Einführung gußstählerner Achsen für Eisenbahnwagen gedrungen, er versprach sich davon nicht nur eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit, da die meisten Unfälle damals Achsenbrüche betrafen, sondern auch Massenaufträge, die alles bisherige übertreffen mußten. Aber für die Eisenbahnfachleute war die Frage technisch noch ganz ungelöst, man wußte wenig vom Tiegelstahl, und die Entscheidung zwischen Eisen, Puddelstahlachsen, Bündelachsen, hartem oder weichen Stahl war noch keineswegs spruchreif. Ein großer Versuch in Borsigs Fabrik, von dem Verein zur Beförderung des Eisenbahnwesens und von der ganzen einschlägigen Fachwelt mit Spannung erwartet und begleitet, sollte 1850 die Frage klären. Die Versuchsergebnisse sprachen für Stahl, aber die Ansichten, ob harte oder weiche Achsen, blieben geteilt, und Krupp, der weichen und zähen Stahl empfahl, errang keinen vollen Sieg. Die Köln—Mindener Eisenbahn, mit dem erfahrensten Fachmann des Gebietes, Hauptmann Neesen, an der Spitze ihres Wagenbaus, blieb ihm aber seitdem treu und gab jahrelang Aufträge, die das Werk großenteils beschäftigten. An Kurbelachsen dachte man damals noch nicht, 1847 waren 10 Ztr. schwere Güsse anscheinend die Spitzenleistung.

1851, in dem Jahre der Londoner Weltausstellung im Kristallpalast, war das allerdings ganz anders geworden. Zu mehreren Malen hatte Krupp seinen Schmelzbau und damit die Zahl der gleichzeitig ausgegossenen Tiegel vergrößert, jetzt kam das Ergebnis, alles Vorhandene, ja alles für möglich Gehaltene weit übertreffend. Krupps großer Ausstellungsblock von 4300 Pfund revoltierte die Technik des Stahls. England und die Welt hatten nie desgleichen gesehen. Ein Guß aus 98 Tiegeln war dazu nötig gewesen, in strenger, fast militärischer Schulung war in ein paar Monaten die Steigerung der Leistung von 30 auf beinahe 100 Tiegel erfolgt. Es waren nicht etwa Renommierstücke, diese gewaltigen Güsse, sondern mit ihnen brach erst die Epoche der großen und allseitigen Verwendbarkeit des Tiegelstahls an. Aus solchen Blöcken konnte Krupp die schwersten Kurbelwellen, konnte er Schiffsachsen und auch schwerere Geschütze als vorher schmieden.

Konnte es — und konnte es doch wieder nicht. Die Geldnot, die sein hohes Wollen so oft an kurzen Ketten festhielt, lähmte ihn immer noch. Die Werkstätten waren stattlich gewachsen, große Gießhallen, ein Puddelwerk, eine mechanische Werkstatt standen da, es fehlte aber der große Hammer, der so schwere Güsse bis auf den Kern durchschmieden konnte. Die Gutehoffnungshütte hatte einen solchen, dorthin mußten die glühenden Kruppschen Brammen, in Asche gepackt, auf Karren gefahren werden, und unter Aufsicht von Krupps

Digitized by Google

bestem Hammerschmied wurden sie dort gereckt. Er empfand es, abgesehen von den Kosten, wohl immer als eine Schmach; denn zuweilen ließ man ihn merken, daß es nicht gern geschah.

Das Jahr der Londoner Ausstellung machte ihn auch von dieser Sorge frei. Der erwähnte Geschäftsabschluß mit Elkington, Mason u. Cie., an welchem Alfred Krupp persönlich mit einer ungeheuren Zähigkeit und Nervenanspannung, bis zum äußersten seine Belange verteidigend, arbeitete, brachte ihm eine Summe von 8000 Pfund Sterling ins Geschäft. Er schuf sich damit den ersten schweren Hammer und baute seine Werkstätten zeitgemäß aus. Sein Teilhaber, dem die Fabrik schon reichlich groß erschien, war außer sich, vermochte es aber nicht zu hindern. Krupp ging mit seiner Zuversicht und seinem Glauben an die Zukunft über ihn hinweg. „Ich gehe voran und hemme die Entwicklung nicht", schrieb er in bezug auf solche Differenzen an einen Freund. Die „Entwicklung" und das „Etablissement", es waren ihm einfach höhere Dinge, in deren Dienst er stand, und deren Forderungen er zu erfüllen hatte, nie hätte er zugegeben, daß er aus persönlichen Gründen irgendwo wagend oder spekulierend eingegriffen. Bloße Erwerbsrücksichten lagen ihm so fern, daß er sie einfach verachtete. Zu einer Zeit in den Fünfziger Jahren, als er in Preußen sehr schlecht, ja von den Staatsbahnen als Luft behandelt wurde, bot sich ihm in Frankreich die Hand zu einer großen, staatlich begünstigten Gründung. Alle seine Freunde, seine Reisenden, seine Prokuristen beschworen ihn, die rettende Hand zu ergreifen. Er erwiderte auf ihre Vorwürfe wegen seiner sturen Haltung bloß: „Ich erkannte, daß die Gründung ein Spekulationsgegenstand war." Also lehnte er ab, zu einer Zeit, wo zwischen Frankreich und Preußen die besten Beziehungen bestanden[3]). Alles, was nur von weitem nach der Beeinflussung durch finanzielle Mächte, nach Aktien, nach „Gründung" aussah, war ihm im Grunde seines Herzens unsympathisch, und er hielt sich weit davon entfernt. Die Krisis von 1848 und spätere schienen ihm Recht zu geben, meist waren die Aktienunternehmungen und die damals im Aufkommen begriffenen Industriebanken die ersten, die Kopf und Haltung verloren.

Zu derselben Zeit, als er in London durch seinen großen Stahlblock und sein erstes Gußstahlgeschütz ungeheures Aufsehen erregte, hatte er daheim noch eine weitere Erfindung unter den Händen, die bald für sein Unternehmen bedeutsamer werden sollte, als je eine frühere. Es war der nahtlose Gußstahlreifen für Eisenbahnräder, die sogenannte Bandage, deren Herstellung auf fabrikmäßige Weise

[3]) Alle späteren, ja noch heute immer wieder auftauchenden Nachrichten, Krupp habe sich als Bittsteller werbend an Napoleon um Aufträge, und sogar Geschützaufträge, gewandt, sind als Legende oder böswillige Erfindung zu bezeichnen.

Digitized by Google

ihn und seine Mitarbeiter und Meister jahrelang beschäftigt hat. Die Stahlachse mit ihrer unvergleichlich größeren Dauer und Sicherheit war jetzt durchgedrungen. Niemand konnte ihren Siegeslauf mehr aufhalten. Aber die Eisenbahnwagen hatten noch andere schwache Punkte in technischer Beziehung, Feder- und Reifenbrüche erschütterten in kurzen Zwischenräumen die Zuversicht der Reisenden durch Unfälle. Krupp griff das Alte auf beiden Seiten an, Gußstahlfedern und nahtlose Reifen, auf allen Gebieten wollte er die Überlegenheit des Tiegelstahls beweisen und tat es. Wie bei allen seinen früheren Fortschritten fing er im Kleinen an. Er hatte als junger Mensch wenig Mittel zu Experimenten gehabt und war dem Grundsatz der Sparsamkeit treu geblieben. „Meine erste gehärtete Walze," schrieb er später, „war einen Finger dick, die ersten Bandagen und Scheibenräder gingen bequem in einen Handschuh. Die erste Kanone war einen Fuß lang." Man trieb die Radreifen zuerst aus massiven, gelochten Blöcken langsam über einen Dorn zu Ringen aus, später wurde unter vielen Versuchen mit weichem Material ein geeignetes Walzwerk dafür gebaut. Allmählich wurden die Reifen größer und schwerer, endlich konnte man zu Lokomotivreifen übergehen. Die technischen Arbeiten waren nicht leicht und verschlangen nicht nur Zeit, sondern auch Summen, deren Höhe für Krupp bedenklich war, obwohl er immer noch an der Regel festhielt, sich alle seine Maschinen selbst zu bauen. Ein paar Drehbänke und kleine Dampfhämmer von Borsig waren die ersten Ausnahmen davon. Aber viel schwerer als die Herstellung war die Einführung der Bandage. Technisch hielt man ihm entgegen, daß der harte Gußstahl gewiß viel leichter als das zähe Eisen brechen würde, ökonomisch bemängelte man den hohen Preis der Bandagen. Krupp mußte die Techniker oder Bahnmeister einzelner Bahnen geradezu umwerben, um sie nur zu Versuchen zu bewegen, und selbst wenn diese glänzend ausfielen, war es noch schwer, gegen die Sparsamkeitsgrundsätze der Verwaltungen aufzukommen. Selbst so weitblickende Männer wie Borsig in Berlin oder Maffei in München nahmen Anstoß an dem weit höheren, wenn auch berechtigten Preise der Tiegelstahlerzeugnisse und bevorzugten das Eisen oder den Schweißstahl, wenn sie nicht von ihren Auftraggebern zur Verwendung Kruppscher Erzeugnisse gezwungen wurden. Mit Erfolg bediente sich Krupp eines seiner ältesten Mittel, um der Kundschaft Vertrauen einzuflößen, er bot Meilengarantien für die Dauer seiner Reifen an, die den Eisenbahnern märchenhaft vorkamen. „Ich garantiere 20 000 Meilen ohne Abdrehen", schrieb er aus München, wo sich Aussichten für einen ersten größeren Auftrag eröffneten. Man glaubte nicht daran, aber man ging wenigstens auf Proben ein. Im Süden des Vaterlandes fand er seine ersten begeisterten Anhänger, der große Lokomotivkonstrukteur Engerth

Digitized by Google

berichtete 1854 in Dinglers Journal über Gewaltversuche mit Krupp-Bandagen und verwendete sie für seine berühmten Semmeringlokomotiven. Die Industrieausstellung in München 1854, von Krupp mit einem massiv geschmiedeten Sechspfünder aus Gußstahl, schweren Kurbelachsen und geschliffenen nahtlosen Reifen beschickt, machten ihn in Süddeutschland und Österreich mit einem Schlage populär. Gleichzeitig wurde in Braunschweig durch den Artilleriehauptmann Orges ein Kruppscher Zwölfpfünder schweren Schießversuchen unterzogen, während man in Preußen noch sehr zurückhaltend war. Orges berichtete öffentlich über seine Versuche und wurde ein begeisterter Anhänger des Gußstahlgeschützes.

Von der Münchener Ausstellung und noch mehr von der nächstjährigen Pariser Weltausstellung an darf man sagen, daß die Lawine des Kruppschen Ruhmes im Rollen war. Wäre er ein Mann gewesen, der sich an Erreichtem genügen ließ, so konnte er sich damals auf dem Zenith seines Lebens fühlen. Er brauchte nur das Erfundene auszubeuten, das Angebahnte wachsen zu lassen, und er konnte ein Werk führen, wie es deren wenige gab. Ihm aber war es nur ein Anfang, und das nicht aus Gewinnsucht oder Ehrgeiz, sondern aus der selbstverständlichen Empfindung, für seine wachsende Arbeiterschar sorgen zu müssen und dem Stahl, dessen Eingang in die Industrie er unter Opfern erzwungen hatte, in der ganzen Front der wachsenden Technik seinen Platz zu erkämpfen. In seiner schlichten und doch so plastischen Sprache hieß das „Ich hemme die Entwicklung nicht".

Wenn es neben solchen sachlichen und menschlichen Erwägungen auch einen ganz persönlichen Anlaß für Alfred Krupp gab, seine Unternehmung eher zu erweitern als einzuschränken, und sie recht eigentlich als Familienbesitz zu befestigen, anstatt dem Drängen Anderer auf Vergesellschaftung nachzugeben, so war es seine im Jahre 1853 erfolgte Familiengründung. Krupp war spät zur Ehe geschritten. Bald sagte er, er eigne sich nicht zum Gatten, bald er habe zum Heiraten keine Zeit gehabt. Aber ein Brief an seinen Herzensfreund Fürst in Berlin (am 25. 4. 1853) spricht in anderen Tönen. Darin heißt es:

„Jahre später als ich auf Ehrenwort versichert habe, mich verheiraten zu wollen, habe ich endlich die gefunden, mit der ich — vom ersten Augenblick der Begegnung an — glücklich zu werden mit einer Zuversicht gehofft habe, wie ich nie zuvor den Fall mir möglich gedacht. Meine Erwählte, mit der ich mich gestern verlobt habe, heißt Bertha Eichhoff und wohnt hier in Cöln.

Ihr getreuer u. glücklicher Alfred Krupp."

Digitized by Google

Ein Brief so kurz, so bündig und treffend, wie Krupp wichtige Dinge zu berichten pflegte. Der raschen Verlobung folgte im Mai 1853 die Hochzeit und am 17. Februar des nächsten Jahres der ersehnte Sohn und Erbe. Krupps Leben hatte außer dem Stahl einen zweiten Inhalt gewonnen. Daß es ein großer und voller Inhalt war, beweisen seine vielen und von Zärtlichkeit und Glück erfüllten Briefe an seine Frau, die Jahrzehnte hindurch nichts an Tiefe der Empfindung verloren haben. Er war vielleicht, sei es durch die lange Gewohnheit der Führung in Haus und Fabrik, sei es durch den großen Altersunterschied von fast 20 Jahren, ein wenig stark Erzieher und von bevormundendem Wesen gegen eine früher verwöhnte Frau, aber seine Liebe blieb sich gleich. Wenn er von Anfang an ihre unschuldige Neigung zu gefallen und ein wenig zu glänzen, mit seiner Vorliebe für das Einfachste und Solide zu bekämpfen suchte, so fügte er schließlich mit zärtlichem Humor dazu: „Jetzt lieber Schatz mache es wie Du willst, ich nehme Dich eben so gern mit, wenn Du gelbe Strümpfe rote Schuhe grünen Hut und karirte Jacke trägst".

Wenige Wochen nach der Hochzeit trat in Krupps Leben ein Ereignis, das, wenn auch für den Augenblick folgenlos, doch für die Zukunft schwere Entwicklungskeime in sich schloß: der erste Besuch des damaligen Prinzen von Preußen, des späteren Kaisers Wilhelm I., der damals in Coblenz als Gouverneur der Rheinlande residierte. Er kam eigentlich in Vertretung seines königlichen Bruders, dem Krupp vor einiger Zeit eine sechspfündige Kanone in Galaausführung zum Geschenk gemacht hatte, aber auch aus eigenem Antrieb, um den merkwürdigen Mann kennen zu lernen, der nicht nur eine der größten industriellen Gründungen des Westens geschaffen hatte, sondern auch gleichsam mit Gewalt versuchte, seinen neuerfundenen Stahl dem Staat in Form von Geschützen, von Gewehren und Eisenbahnreifen aufzuzwingen. Prinz Wilhelm hatte in Wirklichkeit ein viel größeres Interesse an der artilleristischen Neuerung, die Krupp anzubahnen suchte, als sein Bruder, und die Folge brachte den Beweis dafür. Die erste Begegnung trug jedenfalls viel dazu bei, daß der Prinz zu Krupp nicht nur Vertrauen faßte, sondern ihm auch Bewunderung und Teilnahme entgegenbrachte, als jener später mit seinen größeren Wünschen und Anerbietungen an den Prinzregenten und König herantrat.

Während in den folgenden Jahren die Arbeiten für das Geschützwesen eigentlich nur versuchsmäßig fortschritten und unter schweren Kosten ohne Gewinn, ja infolge unkundiger Behandlung des Stahls zuweilen unter schweren Rückschlägen und Mißerfolgen gefördert wurden, wurde mehr und mehr das Verkehrswesen Grundlage der wachsenden Fabrik. Die Eisenbahn und die Schiffahrt, beide beflügelt durch die Fortschritte im Dampfmaschinenbau, belebten damals um-

Digitized by Google

wälzend den Weltverkehr. Konstruktive Verbesserungen und wachsende Dampfspannung machten ungeahnte mechanische Kräfte für die Fortbewegung frei, die steigende Größe der Dampfschiffe, die wachsende Schwere der Züge, die Geschwindigkeit beider Verkehrsmittel setzten Kräfte und Spannungen voraus, denen die bisherigen Werkstoffe nicht gewachsen waren. An Stelle des Eisens trat der Stahl, und vom Stahl wurden wiederum steigende Eigenschaften in Festigkeit und Dauer verlangt. Die Epoche brach an, deren Kommen Krupp vorausgesagt hatte, wenn er zehn Jahre früher seinen Freund Sölling mit Hinweisen auf die Zukunft tröstete. Er selbst wußte sehr wohl, daß alle seine Dinge der Zeit vorauseilten und das hatte zwei Folgen: Einmal war er durch sich selbst verurteilt immer auf die Früchte seiner Arbeit, sei es Jahre oder Jahrzehnte, zu warten; dann aber, wenn die Zeit kam, war er dafür auch der Erste auf dem Platz. „Es werden Jahre vergehen, bevor diese Neuerung zur Geltung kommt", hatte er 1852 dem Verkehrsminister geschrieben, der ihm das preußische Patent auf die Radreifen nur für 8 Jahre erteilte, und so kam es. Die Bandage hatte sich wohl in Bayern und Österreich, auf manchen Privatbahnen und in einigen Auslandstaaten durchgesetzt, wurde aber von den preußischen Staatsbahnen noch völlig abgelehnt, als sich das Patent schon seinem Ablauf näherte. Krupp hatte sich über die Sprödigkeit der preußischen Eisenbahnverwaltungen oft genug beschwert, weil er sie als einen Undank gegenüber seiner nationalen Sendung als Arbeitsschöpfer betrachtete. In seiner treffenden Sprache, die stets den Kern der Sache suchte, stellte er 1858 dem Minister von der Heydt gegenüber fest, daß alle preußischen Staatsbahnen in 2 Jahren nicht soviel Gußstahlerzeugnisse von ihm bezogen hätten, „daß ich davon den Lohn meiner Arbeiter für drei Tage bestreiten könnte". Er war aber auch nicht zu ängstlich, solche Dinge unmittelbar dem Prinzregenten zur Kenntnis zu bringen, und in Fällen der Notwehr gegen behördliche Rückständigkeit wurde er noch viel deutlicher — und fand Verständnis. Als der Handelsminister Krupps Gesuche um Verlängerung des Bandagenpatents mehrmals abschlug, zwang ihn der Prinzregent durch Kabinettsorder, diesen Entscheid zu ändern und er fügte eine Rüge hinzu über die „in auffallend geringem Grade stattgefundene Beteiligung seines Fabrikates bei den Staatseisenbahnen".

Die massenhafte Lieferung solcher Wagen- und Lokomotivbandagen und Achsen für die Eisenbahnen war der eine Pfeiler, auf dem sich in den 50er und ersten 60er Jahren der Aufbau der Kruppschen Fabrik mit den Tausenden von Arbeitern erhob. Der zweite Pfeiler waren die gewaltigen Schiffswellen, die er seit 1852, seit Fertigstellung des ersten großen Dampfhammers, für die rheinischen Dampfschiff-Gesellschaften, den Triester Lloyd, endlich für die Paketboote

Digitized by Google

des Bremer Lloyd schmiedete. Auch da war die Einführung nicht leicht; es waren außerordentlich schwere und kostspielige Stücke, deren Anschaffung nur durch eine ungeahnte Sicherheit und Dauer im Betriebe gerechtfertigt werden konnte. Nur Krupp war imstande, dergleichen zu gießen und zu schmieden, und nur der bereits weltbekannte Ruf seines Unternehmens gab die Gewähr der Güte. Schon in den 50er Jahren kam es dahin, daß englische Schiffahrtsgesellschaften, wie es auch viele Eisenbahnbehörden taten, den Fabriken und Werften die Anwendung Kruppscher Wellen, Kurbelachsen und Reifen zur Bedingung machten, freilich öfter ausländische Unternehmungen als solche des Vaterlandes. Hier sah sich Krupp von der Technik, vor allem aber von den Behörden, immer noch schlecht behandelt und machte kein Hehl daraus. Man sei dort schwierig und knickerig zugleich, man rede von Bedingungen, Kautionen, Konventionalstrafen, während das Ausland froh ist, den besten Stahl der Welt von Krupp zu erhalten. In Berlin will eine Behörde vor Auftragserteilung das Kruppsche Herstellungsverfahren bekannt gegeben haben (wahrscheinlich um es dann der Konkurrenz preiszugeben, was später wirklich hier und da geschehen ist); da wurde Krupp kerngrob. Seinem Berliner Vertreter Meyer, einem der besten Leute, die die Firma je besessen hat, schrieb er denkwürdige, lapidare Sätze: „Die Geheimnisse sind unser Capital und das Capital ist verschleudert, sobald sie auswärts bekannt werden. Die Industrie ist heutigen Tages der Acker von Spekulanten, Börsenjuden, Aktienschwindlern u. dgl. Schmarotzer-Gewächsen, die das Beste, Erhaschte sich dienen lassen, um durch Aktien-Vereine Schweiß und Intelligenz für ihre Säcke vom Polsterstuhle aus auszubeuten". Anfang 1858 aber schrieb er in einem langen Briefe an den greisen Alexander von Humboldt ein paar so schöne Sätze über den Zweck und Erfolg seiner Lebensarbeit, daß sie hier nicht fehlen dürfen. Seine Gabe, in ganz wenigen Worten den Kern einer Sache zu treffen, ist hier unverkennbar: Seine Fabrik, die damals 1300 Arbeiter beschäftigte und 3000 Menschen ernährte, pflege „vorzugsweise die Fabrikation von Achsen und Rädern für Eisenbahnen und Dampfschiffe. Neben diesen Werkzeugen für den Verkehr des Friedens werden auch die des Krieges — Geschütze — bedacht. Eine größtmögliche Unverwüstbarkeit ist die Aufgabe; bei Ersteren zum Vorteile der Sicherheit von Gut und Menschenleben, bei Letzteren zur Erhöhung der Zerstörungsfähigkeit. Erstere nimmt den bedeutenderen Rang ein und muß uns ernähren. Letztere ... wird erst dann für mich einen Wert erlangen, wenn ich in Zeit der Not dem Vaterlande damit dienen kann". Die unveränderte Beharrlichkeit der Preußischen Staatsbahnen in Ablehnung seiner Erzeugnisse stellte er auch in diesem Schreiben an den berühmten, Friedrich Wilhelm IV. nahe-

Digitized by Google

stehenden Hofmann rückhaltlos bloß, ohne sich darüber sonderlich zu beklagen. „Die gute Sache hat gesiegt! Die Fabrik blüht selbständig, unabhängig."

Die kühle Behandlung Krupps erstreckte sich, was Preußen betraf, auch auf die Geschütze. Seit 1851 waren allerdings von der Preußischen Artillerie-Prüfungskommission Versuche mit mehreren Kruppschen Feldgeschützen vorgenommen, die durchweg die besten Ergebnisse gehabt hatten. Aber es war eigentlich auch hier, wie auf allen früheren Gebieten, Krupp war den Bedürfnissen seiner Zeit etwas weit vorangeeilt, er brachte Gutes, aber es war besser als man es verlangte, und deshalb fiel der Preis erschwerend ins Gewicht. Ziel und Wunsch der Artillerie der fünfziger Jahre war keineswegs das unverwüstliche Geschütz, sondern das zielsichere; mit der Tragweite und Lebensdauer der älteren Kanonen konnte man sich allenfalls abfinden, mit der Treffsicherheit des glatten Geschützes nicht. Es kamen die gezogenen Geschütze, wie seit 1851 bei den Handfeuerwaffen das Zündnadelgewehr gekommen war. Daß beide Wege unabänderlich zu höheren Leistungen und damit zu der Forderung sprengsicherer Rohre führen mußte, war den Artilleristen keineswegs klar[4]). Sie waren Soldaten, aber selten Ingenieure, am wenigsten verstanden sie vom Material. Die meisten bildeten sich noch jahrelang ein, daß die Stahlkanonen von Krupp ähnlich wie die Bronzerohre fertig gegossen würden, und es war sehr schwer ihnen klar zu machen, warum denn diese neuen Kanonen so furchtbar teuer waren und warum sie der Bochumer Verein billiger anbot. Mit solchem Angebot machte zwar Bayern leidvolle Erfahrungen. Erst die Zeit lehrte, daß zu der konstruktiven Umwälzung des gezogenen Hinterladers die Kruppsche Umwälzung des Materials treten mußte, um das Geschütz der Neuzeit zu schaffen.

In diesem Kampfe hat Krupp an dem damaligen Prinzregenten Wilhelm, der zwar von Technik und Gußstahl auch nichts verstand, aber die Gewohnheit hatte, auf Andere zu hören und sachliche von persönlichen Gründen zu trennen, eine treue Stütze gefunden. Der Prinzregent war es auch, der im Jahre 1859 endgültig das Eis der Zurückhaltung gegen das Kruppsche Geschütz durchbrach. Bis dahin hatte Krupp Kanonen eigentlich nur probeweise an einzelne Staaten geliefert, an England und Rußland sogar recht große Kaliber, an Ägypten einmal 30 Stück. Er hatte von diesen kleinen Aufträgen keinen Gewinn, denn er mußte Spezialmaschinen dafür kaufen oder

[4]) Die Ingenieuroffiziere der Prüfungskommission dachten freilich anders, aber sie drangen nicht durch. Nach Erprobung eines Sechspfünders in Spandau 1856 lautete das Urteil: der Gußstahl sei der geeignetste Werkstoff für lange Rohre und durch keinen anderen zu ersetzen. Aber das Urteil galt keineswegs für Feldgeschütze, und Krupps Kampf mit der Bronze dauerte noch 15 Jahre.

Digitized by Google

bauen, seine besten Arbeiter von dringenden Bestellungen wegnehmen, Versuche machen, die den Gewinn seiner anderweiten Arbeiten schmälerten, kurz und gut, er war um 1858 auf dem Punkt, sich von diesem Geschäftszweige ganz loszusagen. Die Wirtschaftslage hatte sich seit 1856 von Jahr zu Jahr verschlechtert, der Betrieb konnte zuletzt nur unter Opfern aufrecht erhalten werden, und es lag kein Grund vor, diese Opfer gerade für ein Ziel zu bringen, das niemand zu verstehen und zu lohnen schien. Krupp gab seinen Vertretern entsprechende Anweisungen, sich gegen weitere Probeaufträge ablehnend zu verhalten. Die Fabrikation in dieser Weise sei störend, unvorteilhaft und habe die Erwartungen gar nicht erfüllt. Er betrachte die Lieferung von Kanonen nur noch als eine mit Verlust und Störung verbundene Gefälligkeit und beauftrage seine Vertreter, dementsprechend zu verfahren. Nur wirklich bedeutende Bestellungen würden ihn veranlassen können, diesen Standpunkt zu verändern.

Gerade auf diesem Punkte, der für die Zukunft der deutschen Waffe hätte verhängnisvoll werden können, kam von Preußen der Umschwung. Im Zusammenhange mit der damals angebahnten Reorganisation des Heeres wurde auch die Waffe vervollkommnet. Der eben ernannte neue Direktor im Allgemeinen Departement des Kriegsministeriums, General von Voigts-Rhetz, dem Urteil der Prüfungskommission vertrauend, legte dem Prinzregenten eine Order zur Bestellung von 72 gußstählernen Feldgeschützen vor, er wagte vorläufig nicht mehr zu fordern. Wilhelm I. durchstrich die Zahl und schrieb 300 darüber. Das war die große Bestellung, auf welche Krupp seit Jahren gewartet hatte und welche allein geeignet war, seine auf Aufhebung der Kanonenfabrikation zielenden Entschlüsse zu ändern. Mit diesem großen Auftrage des preußischen Kriegsministeriums vom 10. Mai 1859 wurde die Kruppsche Kanonenfabrik geboren. Es war — Zufall oder Bestimmung — gerade in derselben Zeit, als Krupp, fast ohne Aufträge und in eine ungewisse Zukunft sehend, mit unerschütterlichem Vertrauen den Riesenhammer „Fritz" baute, um seinen Arbeitern Beschäftigung zu geben und um für eine Zukunft, an die außer ihm kaum jemand glaubte, mit dem schwersten Werkzeug seiner Zeit gerüstet zu sein.

1860 bis 1874

Im Jahre 1859 war Krupp durch den Tod seines Freundes und Geschäftsteilhabers Solling Alleininhaber der Firma geworden, spätere Bindungen ähnlicher Art lehnte er ab. Auf das Ansinnen einer Aktiengründung zur Abwälzung seiner Sorgen und Verantwortlichkeit hatte er schon früher nur die Antwort gegeben: Lieber den Tod!

Digitized by Google

An der Schwelle des jetzt beginnenden Zeitabschnitts stand für die Fabrik nicht nur die große preußische Geschützbestellung, sondern auch der in schwerster Zeit erbaute Hammer „Fritz". Er war vielleicht Krupps größte, weitausschauendste Tat. In der Eisenindustrie hielt man ihn für ein aussichtsloses Unternehmen, ja für Größenwahn; es gab Propheten, die behaupteten, dieser Hammer würde nie einen Schlag tun. Und doch arbeitete er am 9. Oktober 1861 vor den Augen des Königs Wilhelm I., und unter seinen Schlägen sind fast ein halbes Jahrhundert Stadtteile von Essen erzittert. Für die Zeit seiner Entstehung war er tatsächlich zu groß, aber war nicht alles, was Krupp plante und begann, zu groß für seine Tage? Er sah ja immer über die Gegenwart in die Zukunft und von ihm gibt es ein bezeichnendes Wort: „Was ist ein bißchen Gegenwart doch wenig gegen eine ganze Zukunft!"

Zu den ersten Arbeiten des Riesenhammers gehörten ein Stahlblock von 20 000 kg Gewicht und ein neunzölliges Geschütz für die Londoner Weltausstellung von 1862, gleichzeitig eine Kurbelwelle für den Bremer Lloyd im Werte von 30 000 Thaler. Das Ausstellungsjahr brachte weitere Aufträge von 12 schweren Schiffswellen; solche Massen und größere hatte Krupp für den „Fritz" erwartet. Er sah klar voraus, daß diese Maschinenteile von Jahr zu Jahr schwerer werden und daß kein Werkzeug der Erde sonst ihnen gewachsen sein würde. - - Mit den schweren Geschützen dauerte es länger; noch waren Gußeisen und Bronze die Werkstoffe für Belagerungsgeschütze, und das Gebiet der Schiffskanonen beherrschte England. So erweckte der in London ausgestellte Gußstahl-Hinterlader, der aus einem Stück geschmiedet 9000 kg wog, in der Geschütztechnik nur ein schwaches Echo. Proberohre von großem Kaliber wurden wohl hier und da bestellt, aber den Mut zum Vorgehen im großen fand erst Rußland im Jahre 1863, und damit begann für Krupp und die Entwicklung des Geschützwesens eine neue Epoche.

Die wirtschaftliche Grundlage des Unternehmens blieben inzwischen unverändert das Eisenbahnmaterial und die schweren Schiffswellen. In der ganzen Zeit von 1865 bis 1875 nahm die Fabrikation der Bandagen noch durchaus eine führende Stellung ein. Was Krupp 1855 bei der Fertigstellung des ersten Bandagenwalzwerks als den „Chimborasso seiner Wünsche" bezeichnet hatte, den Absatz von 20 000 Reifen jährlich, wurde zehn Jahre später Tatsache. Bis 1875 betrug dann die durchschnittliche Jahreserzeugung 32 000 Lokomotiv- und Wagenreifen, eine gewaltige und gleichmäßig fließende Einnahmequelle. Daß Krupp sie größtenteils wieder in Fabrikerweiterungen anlegte, entsprach seiner Eigenart und dem gleichzeitigen starken Anwachsen der Geschützfabrikation, endlich aber den raschen Fortschritten und Umwälzungen in der Stahlindustrie. Gerade wäh-

Digitized by Google

rend er auf der Londoner Weltausstellung die Überlegenheit des Tiegelstahles durch nie gesehene Erzeugnisse bewies, lief bereits in Essen der erste auf dem Festlande erschmolzene Bessemerstahl aus den kleinen Convertern seines ersten Bessemerwerks. Niemand sollte darum wissen und die Bezeichnung des neuen Stoffes war „C Stahl". Es war nicht eigenes Ausdehnungsbedürfnis, ja es wurde Krupp sicherlich bitterschwer, als Erster die Erfindung des großen Engländers für Preußen zu erwerben, aber die Verhältnisse zwangen ihn dazu. Der neue Stahl konnte billig, in unbegrenzten Massen und — gute Rohstoffe vorausgesetzt — in anerkennenswerter Güte erschmolzen werden, man bezeichnete ihn als Gußstahl, wie den Tiegelstahl. Was blieb Krupp übrig als sich ebenso wie andere seiner zu bemächtigen und seine Eigenschaften zu studieren, ja bei gutem Befunde möglichst an der Spitze zu bleiben, wie er es mit dem Tiegelstahl war? Schnell kamen andere Bessemerwerke auf, bald wurden Bandagen, Achsen, Eisenbahnschienen, ja vereinzelt sogar Kanonen aus diesem Material hergestellt. Nach einer dreißigjährigen Mühe, um die Welt unter Opfern von der Überlegenheit des Tiegelstahls zu überzeugen, sah sich Alfred Krupp jetzt einem Wettbewerb gegenüber, der durch Unterbietung ihn und seine ganze Lebensarbeit zu erdrücken drohte.

Dies war sicher einer der erschütterndsten Augenblicke seines Lebens, und es traf ihn in einer Zeit, als er auch auf einem anderen Gebiete nach großen Hoffnungen einer schweren Enttäuschung gegenüberstand. Er hatte nach der Lieferung der ersten Geschütze an Preußen, der schnell andere Bestellungen auch aus dem Auslande folgten, wesentliche Fortschritte in der eigenen Konstruktion, besonders in den Verschlüssen, gemacht. Er mußte das tun, weil er anders die Fachwelt gar nicht von der vollen Leistungsfähigkeit des Tiegelstahls überzeugen konnte. Er hatte dem preußischen Kriegsminister einen neuen Verschluß für Feldgeschütze von wesentlich größerer Feuergeschwindigkeit angeboten und die Befürwortung eines Patents gegen beliebige Benutzung innerhalb der preußischen Armee beantragt. Er bedachte nicht, daß er damit in die Vorrechte der Artillerie-Prüfungskommission eingriff, die bisher allein die Konstruktionen der preußischen Waffe beeinflußt hatte, und daß er sich dort Feinde erwecken konnte. Die Annahme seines Verschlusses wurde nicht nur abgelehnt, sondern ihm auch verboten, von der „Einrichtung der Züge" der preußischen Feldgeschütze (wozu jeder Mensch, Freund oder Feind, berechtigt ist, wie Krupp bemerkte) Gebrauch zu machen. „Die Verfügung frappirt mich gewaltig," schrieb Krupp in starker Erregung an seinen Berliner Vertreter, aber noch im gleichen Briefe findet sich das männliche Wort: „Sie können denken, daß die Beharrlichkeit, der allein ich alles Gelingen zu verdanken habe, bei

Digitized by Google

einer solchen Angelegenheit wie diese mich nicht verläßt. Ich habe mich endlich auf dieses Feld geworfen, jetzt gehe ich voran." — Es kam in diesem wie in vielen andern Fällen schließlich zu einer Einigung, aber auch zu neuen und immer neuen Meinungsverschiedenheiten, unter denen Krupp manche an die vaterländische Bewaffnung geknüpfte Hoffnung begraben mußte. Am schwersten traf es ihn, als das Allgemeine Departement nach kurzer Zeit, wenn auch vereinzelt, Gußstahlkanonen auch bei anderen Fabrikanten zu bestellen anfing. Das erschien Krupp, der einen sehr einfachen aber unbeugsamen Rechtssinn besaß, nach seinem Vorangehen und allen seinen persönlichen Opfern auf diesem Gebiet als eine Undankbarkeit und Ungerechtigkeit. Aber es veranlaßte ihn einerseits, die Überlegenheit, die man seinem Werkstoff nicht mehr einräumte (bis allerdings üble Erfahrungen doch wieder dazu zwangen), um so mehr in eigenen Konstruktionen zu suchen; andrerseits zwang es ihn, um die gemachten Anlagen nicht brach liegen zu lassen, die Anerkennung im Auslande zu suchen, wo er sie für seine Walzen, Bandagen und Schiffswellen auch zuerst gefunden hatte. In einer ihn stark enttäuschenden Entscheidung des Kriegsministers findet sich von ihm die Randbemerkung: „Man will nur vom Krainerschen Verschluß etwas wissen und übergeht die geringfügige Ursache (der Lockerung eines Kruppschen Keils)... Jetzt doppelt und dreifach drauf los, im Auslande Anerkennung zu finden!"

Aber gerade unter solchen Schwierigkeiten entwickelte er sich mehr und mehr zu der Kampfnatur, die er bis an das Ende seines Lebens geblieben ist. Es war eine Kraft in ihm, die unter Hindernissen gradezu erstarkte und auch die Verzagenden mit sich fortriß. Er sprach auch das offen aus. „Gerade die Schwierigkeiten, die sich erheben, sind ein reizender Sporn. Zehn Gegner von hoher Bedeutung sind mir lieber als Einer." Er hatte einen fast visionären Instinkt, im gegebenen Augenblick die Stelle zu sehen, wo der Einsatz seiner eigenen Person notwendig war, und oft sah er das lange voraus, wenn seine Leute noch an einen leichten sicheren Erfolg glaubten. Er ließ sonst seine Mitarbeiter gern nach ihrem Willen schalten und freute sich jeder strebenden Kraft, auch wenn sie einmal die Befugnisse überschritt. Neid unter Kollegen brachte ihn außer sich. „Es wird nie ausbleiben, daß in Abwesenheit eines Andern oder aus Übermaß im Eifer der Eine in das Departement des Andern eingreift, um etwas Nützliches zu tun. Das ist mir viel lieber als das Gegenteil." Wenn aber alle, die Stürmer und die Bedächtigen, versagten, dann griff er selbst ein und überrannte meistens durch die Wucht seiner furchtlosen Persönlichkeit jeden Widerstand.

Nach der Erfindung des Bessemerstahls bestand kurze Zeit die Gefahr, daß für Feldgeschütze der Tiegelstahl durch ersteren ver-

Digitized by Google

drängt werden würde. Um so mehr suchte Krupp das Gebiet der schweren Geschütze zu erobern, bei denen diese Gefahr weiter hinaus lag. Es war ja immer sein Weg zum Erfolg gewesen, dem Tiegelstahl die schwersten Aufgaben der Technik zu erschließen. Was ihm die Heimat vorläufig versagte, erreichte er 1863 in Rußland. Man hatte dort seit einigen Jahren Kruppsche Rohre geprüft und sich entschlossen, für die schwere Artillerie von der Bronze ganz zum Tiegelstahl überzugehen. Krupp erhielt die Lieferung von 120 Stück 8- und 9zölligen Rohren, die in Essen — allerdings nach einem veralteten französischen System — fertig bearbeitet werden sollten. Russische Ingenieuroffiziere wurden Krupp zur Hilfeleistung zur Verfügung gestellt, er wurde aber zur Teilnahme an den konstruktiven Arbeiten ersucht. Das war es, was er seit Jahren vergeblich ersehnt hatte, seine Anerkennung als Geschützkonstrukteur, während man ihn in Preußen nur als Fabrikanten gelten lassen wollte. Es war ein Auftrag von anderthalb Millionen Talern, eine bisher unerhörte Summe, und willkommene Arbeit in einer etwas kritischen Zeit. Die vorgeschriebene Vorderlade-Konstruktion erwies sich sofort als ein Fehlschlag, was übrigens Krupp den Russen vorhergesagt hatte. Man ging deshalb, als die ersten Rohre schon abgeliefert waren, zur Kruppschen Bauart mit Hinterladung über, erreichte aber im Zusammenarbeiten mit den Russen noch wesentliche Verbesserungen. In verständnisvoller Zusammenarbeit wurde jetzt alles, der Rohraufbau nach dem Ringsystem, Verschluß, Zündung, die Pulverfrage usw., von Grund aus studiert und entwickelt. Als Konstrukteur hatte Krupp damit gesiegt — im technischen Sinne, aber wie es ihm mit allen früheren Erzeugnissen gegangen war, denen er nur langsam ihren Platz erkämpfte, so ging es jetzt mit den schweren Kalibern: er fand die verdiente Anerkennung im eigenen Vaterlande zuletzt.

In Deutschland wurde die Entscheidung in der Frage schwerer Rohre erst durch den 1866 begonnenen Bau einer Flotte für den Norddeutschen Bund erzwungen. Während der Bau der Schiffe im Ausland damals noch als Selbstverständlichkeit galt, erhob sich um die Beschaffung der Schiffsgeschütze ein ernster Streit. Die Admiralität neigte aus althergebrachter Bewunderung der englischen Marine zu Geschützen aus englischer Quelle, zum sog. Woolwich-System. Dafür sprach, daß Armstrong die Kanonen in allen Teilen erprobt und fertig liefern konnte. Krupp konnte zweifellos dauerhaftere Rohre garantieren, aber er hatte noch keine Schiffsgeschütze gebaut. Er wurde trotzdem zur Lieferung von zwei 24-cm-Versuchsgeschützen aufgefordert, mußte sich aber wider Willen in der Verschluß- und Pulverfrage lästigen Vorschriften der Prüfungskommission unterwerfen. Gleichzeitig wurde auf Drängen der Marineoffiziere auch ein Armstrong-Vorderlader zum Vergleich bestellt. Bei einem Probe-

Digitized by Google

schießen am 2. Juni 1868 bewies das englische Geschütz, von Armstrongs Leuten bedient und übermäßig geladen, eine größere Durchschlagskraft als das deutsche. Die Marineoffiziere triumphierten, Krupp aber war entschlossen, das Feld den Engländern nicht zu überlassen. Er wußte bestimmt, daß sein Geschütz, genau nach seiner Konstruktion gebaut und mit dem von ihm im Verein mit den Russen erprobten prismatischen Pulver geladen, nicht nur an Leistung, sondern auch an Dauer dem Woolwich-System überlegen sein würde. Er wußte auch, daß, wenn er jetzt nicht bis zum Äußersten Widerstand leistete, die erstmalige Anwendung englischer Geschütze ihre dauernde Einführung auf den deutschen Schiffen bedeuten würde. Er reiste in leidendem Zustande von Nizza nach Berlin, unterhandelte mit Roon, informierte den König, bevollmächtigte seine Vertreter und Ingenieure zum äußersten Widerstand gegen jede behördliche Anmaßung und Rückständigkeit und setzte selbst eine Denkschrift auf, in der er die Ursache des ersten Fehlversuchs haarscharf bezeichnete: „Mein dringendes Verlangen, daß man in Berlin unter gleichen Bedingungen (wie in Essen und Petersburg) erproben möge ... ist unberücksichtigt geblieben ... Ich beklage dies umsomehr, als ich dieser ungerechten Verurteilung im eigenen Vaterlande ausgesetzt gewesen bin, während ich unparteiische Würdigung auswärts finde ... Ich verlange nicht Gunst, wenn man die Hinterlader vorziehen soll, aber ich verlange Gerechtigkeit!" Seinen Vertretern sagte er noch Schärferes, sie sollen sich vor Niemandem genieren, jeden beliebigst vor den Kopf stoßen, wenn nur Unrecht richtig gestellt und Falsches bekannt wird.

Tausende hätten sich wohl besonnen, die mächtigsten Behörden des eigenen Landes zu reizen, aber Krupp kannte Furcht vor Menschen überhaupt nicht. Daß der König ihm vertraute und, wahr unterrichtet, auf seiner Seite stand, wußte er. Schritt für Schritt erreichte er die Erfüllung seiner Forderungen. Ein zweites Vergleichsschießen im Juli dokumentierte die Überlegenheit des Gußstahl-Hinterladers und bei einem dritten Versuch mit Kruppschen Stahlgranaten am 4. August wurde die Scharte vom 2. Juni glänzend ausgewetzt. Der Jubel der Zuschauer war unbeschreiblich, nur die Marineoffiziere machten lange Gesichter. „Ich habe unter Männern vom Fach", schrieb Meyer an Krupp, „solchen Jubel noch nicht gesehen. Es war als hätte dieser eine Schuß ihnen allen einen Alp, den Woolwich-Alp, vom Herzen genommen". Einmal überwunden, arbeitete die Marine fortan mit Krupp auf bestem, vertrauensvollem Fuße.

Für Preußen und Krupp hatte damals viel auf dem Spiele gestanden, für Krupp war es wohl der schwerste Kampf seines Lebens

Digitized by Google

gewesen. Er selbst war bei den entscheidenden Proben nicht zugegen, er weilte in Petersburg zu neuen unaufschiebbaren Versuchen. An seine Frau schrieb er von dort, wenn man in Berlin gegen ihn entscheiden werde, so würde er diese Stadt nie wieder betreten. Aber er blieb Sieger, auch in den Lieferungen für die Marine, und der englische Nationalstolz vergab ihm diesen Sieg nie.

Die letzten Jahre hatten an Krup stärker als die früheren gezehrt, allen Erfolgen zum Trotz. Fast 40 Jahre hatte er, zuletzt mit seiner Familie, im Lärm und Qualm der Essen und Hämmer mitten in der wachsenden Fabrik gelebt, Reisen hatte er nur in Geschäftsbelangen oder im dringendsten Fall der Erholung gemacht. Nach den gewaltigen Russenaufträgen kaufte er, mehr im Interesse der Gesundheit seines Sohnes, der früh an asthmatischen Anfällen litt, ein weites Gelände an der Ruhr, wo er zunächst ein bürgerliches Landhaus und seit 1871 das noch bestehende schloßartige Wohn- und Empfangsgebäude erbauen ließ. In den dazwischenliegenden Jahren fühlte er sich so alt und überarbeitet, daß er oft an einen frühen Tod dachte. Sein ganzes Sinnen galt der Erhaltung der Werke in seinem Geiste, er war unermüdlich tätig, seine Mitarbeiter nach der Richtung selbständigen Arbeitens in seinem Sinne zu schulen und dafür energische und vor allem weitblickende Männer zu suchen. Ordnung, Hingabe, Pflichterfüllung galten ihm als die Pfeiler segensreichen Zusammenarbeitens, der Mann aus geringem Stande, der diese Eigenschaften verkörperte, als wichtigeres Glied seiner Arbeitsgemeinschaft denn der fähigste Kopf, der bei genialer Veranlagung ihrer entbehrte. Seit Beginn der 60er Jahre forderte er dringend eine neue Arbeitsordnung, ein alle Fälle und Lagen erschöpfendes „Reglement" für die untersten und höchsten Stellen seiner Betriebe, und bis 1872, wo er sich endlich selbst ans Werk machte, wurde er nicht müde, an diese Arbeit zu erinnern. Er nannte das Reglement so notwendig wie die Gesetzsammlung eines Staates, sah er doch seine Schöpfung nicht anders als einen Staat der Arbeit innerhalb des bürgerlichen Staates an. Die Abfassung der verlangten Arbeit schien sich ins Unendliche zu verzögern, er ließ aber nicht locker. Aus Torquai während eines Erholungsaufenthaltes im Winter 1871 erließ er an die Prokura den Notschrei: „Wie der Hirsch nach frischem Wasser, so schreie ich Reglement!" Und unter äußerster Anspannung seines alternden Körpers schrieb er täglich stundenlang an den Entwürfen dazu.

Das Wirken Alfred Krupps in diesem Zeitraum würde unvollständig geschildert sein, wenn ich nicht seiner Wohnungsfürsorge und Siedlungstätigkeit im Interesse seiner Arbeiter gedächte. In dem Heft „Essen" der Zeitschrift des Rheinischen Vereins für Denk-

Digitized by Google

malspflege und Heimatschutz stehen die Worte: „Doch die überraschendste Eigenart der Stadt ist ihr städtebauliches Wollen. Der Name Krupp bedeutet ein Programm. Krupps Siedlungspolitik ist eine ganz große Tat in der Geschichte der Baukunst seit dem Ausgang des 19. Jahrhunderts, weitschauend eine glückliche Entwicklung der ewig wachsenden Industriemetropole als Wohnstadt in Grünanlagen bestimmend". Geht auch dieser Ausspruch in seinen engeren Grenzen auf die Tätigkeit der Nachfolger Alfred Krupps zurück, so haben doch sein Wille und seine führende Hand den Weg vorgeschrieben. Gewiß, das künstlerische Element wurde in die Kruppsche Siedlungspolitik erst an der Jahrhundertwende durch die geistigen Strömungen dieser Zeit hineingetragen, Alfred Krupp war kein Mann von künstlerischen, sondern von durchaus auf das Nützliche gerichteten Bestrebungen. Einfach und schmucklos, aber gesund, billig und den Werkstätten nahe waren seine ersten Wohnkolonien. Er sagte: Diese Wohnungen sind gar nicht bestimmt für Leute, denen es gleichgültig ist, einige Taler mehr für die Wohnung zu zahlen. Von bloßen Lohnerhöhungen hielt er wenig, er wies treffend darauf hin, daß gerade in Perioden steigender Löhne die Unzufriedenheit regelmäßig steigt und er traf den Kern der Sache mit der Bemerkung: „Niemals hat der Arbeiter so viel Lohn verdient als gerade jetzt (1872—73). Es ist also nicht der geringe Lohn, der ihn unzufrieden macht, sondern der geringe Genuß von der Menge von Geld, namentlich die hohen Mieten und das teure Kostgeld."

In beiden Beziehungen, durch Wohnungsbau für die verheirateten und Speisehallen für die unverheirateten Arbeiter, suchte Krupp zu helfen. Er war sich der Tragweite dieser Bestrebungen voll bewußt. „Ich glaube, daß ein großes Opfer gebracht werden muß. Niemand macht sich noch die Vorstellung von der Not, die eintreten wird..." Solche Äußerungen fielen aus seinem Munde nicht in schlechten Zeiten, sondern gerade in Perioden steigender Konjunktur. Dabei war er durchaus ein Freund hoher Löhne, schon in den vierziger Jahren hob er hervor, daß die Gußstahlfabrik ihren Arbeitern als Regel „einen Groschen mehr" zahle, um die besten und treuesten Leute zu haben. Und später: „Die Arbeiter sollen das Maximum bei uns verdienen, was eine Industrie bieten kann, oder wir geben solche Industrie auf, bei der die Leute hungern müssen."

Der Wohnungsbau bei Krupp erreichte seinen Höhepunkt nach dem siegreichen Krieg 1870/71, als sich die Arbeiterzahl von 8000 auf 12 000 in wenigen Jahren vermehrte. Unter äußerster Anspannung seines Kredits gab damals Alfred Krupp, der durch die Anlage der Martinwerke, durch Zechen- und Grubenankäufe und andere Unterneh-

Digitized by Google

mungen schon schwer belastet war, noch rd. 12 Millionen Mark für Arbeiterwohnungen aus. An der bedenklichen Lage des Unternehmens beim Einsetzen des Wirtschaftskrachs von 1873 trug diese übersteigerte Fürsorge mehr Schuld als die ihm von manchen vorgeworfenen Werkerweiterungen. Auf die Bedenken der Prokura, die bei der Vielheit und Größe seiner Unternehmungen ängstlich wurde, entgegnete er ganz kühl: „Wenn ein Staat in einem Jahre eine Menge von Staaten einverleibt und sie regiert, dann werden wir doch auch wohl ein Dutzend neuer industrieller Schöpfungen einführen und sicher administrieren können". Jedenfalls, alles was er entworfen, muß gehen und niemand soll von Unmöglichkeiten sprechen. So stellte er, dessen Schöpfung schon Prinz Napoleon mit einem „Staat im Staate" verglichen hatte, auch selbst sich ganz unbefangen neben die Souveräne und seine Werke neben den Staat. Es wäre ihm gar nicht in den Sinn gekommen, sie mit anderen Industrieunternehmungen, die „zum Geldverdienen" betrieben wurden, zu vergleichen.

Noch eine letzte große Aufgabe nahm Krupp neben allen erwähnten in dieser Zeit auf seine Schultern. In dem französischen Kriege hatten die Kruppschen Feld- und Belagerungsgeschütze einen großen Teil der Arbeit getan, das Urteil des Feindes und die Stimmen der eigenen Truppen sprachen davon laut genug. Frankreich war mit dem gezogenen Vorderlader aus Bronze in den Kampf gegangen und unterlegen. Aber Krupp wußte, daß sich das gleiche nicht wiederholen würde. Frankreich würde jetzt alles aufwenden, um sich rasch in den Besitz der besseren Waffe zu setzen und dann die Vergeltung zu suchen. So war der Krieg kaum beendet, als Krupp schon in Berlin war, um dem Kriegsminister und dem Kaiser die Notwendigkeit eines neuen, wesentlich besseren Feldgeschützes vorzustellen. Seit Jahren arbeiteten seine Konstrukteure an einem Feldgeschütz mit einer um 50 Prozent größeren Leistung an Anfangsgeschwindigkeit und Tragweite. Dies durch den Krieg verzögerte Ziel jetzt für Deutschland zu erreichen, schien ihm den Einsatz alles bisher Erreichten wert. Er wollte gleichzeitig vom Staate einen eigenen großen Schießplatz für die erforderlichen Versuche erwerben, „um seinen Fortschritt nicht von dem gewohnten Schneckengang militärischer Kaprizen abhängig zu machen". Er stieß jedoch bei den höchsten Behörden auf einen stärkeren Widerstand als je zuvor. Jedermann oder fast jedermann vom Kriegsminister bis zu den Fachleuten der Artillerie-Prüfungskommission hielt seine Pläne für überspannt, die geforderte artilleristische Leistung für übertrieben, den eigenen privaten Schießplatz für eine Anmaßung; selbst treue Freunde unter den Generälen rieten ihm ab. Solche Forderungen waren von einem „Zivilisten", einem „Fabrikanten" niemals ausgesprochen worden.

Digitized by Google

Krupp dachte gar nicht an Nachgeben. Er sah rings um sich Abneigung, Mißtrauen, er sah Gefahren für das neue Reich und reckte sich wie zum letzten Kampf empor. Seine Denkschriften, Vorschläge, Warnungen prasselten auf die Artilleriebehörden, den Kriegsminister, den Kaiser herab. Die laut erhobene Forderung der „Bronzeschwärmer", die erbeuteten französischen Kanonen zu einem modernen Feldgeschütz umzuschmelzen, fachten ihn zu erneutem Widerstande an. Er bot seine eigenen Mittel für die Vorversuche an, er erbot sich zur unentgeltlichen Lieferung der ganzen Ausrüstung in Feldgeschützen, bis vielleicht die französische Kriegsentschädigung die Bezahlung ermöglichte, aber er forderte ungestüm und unerbittlich eine Waffe, die imstande wäre, das Reich, den Rhein und seine eigenen Werke bei einem Einbruch zu verteidigen. Er schrieb selbst eine Denkschrift nach der anderen mit immer schärferen Argumenten, die Zeit von 1868 mit dem großen Kampf um die Marine erstand noch einmal vor seinem Geiste. Wenn er aus der Reichshauptstadt nach heißen Wochen zurückkehrte, so faßte er ihren Inhalt in drei Worte zusammen: „Es war Kampf!"

Die Entscheidung fiel nicht auf einmal, sondern nach und nach, wie man eine starke Festung Fort um Fort erobert. Die Versuche dauerten Jahre, und nicht alles Erhoffte wurde erreicht. Aber der Erfolg seiner Mühe, das deutsche Feldgeschütz C 73, sicherte Deutschland doch für einige Zeit die unbedingte Überlegenheit und Frankreich wagte den Angriff nicht. Manche persönliche Kränkung und Verdächtigung hatte Krupp während dieser Kämpfe zu erleiden, und er wehrte sie mit schlichten Worten ab: „Eigennutz und Ehrgeiz sind doch nicht meine Triebfeder... besser lohnende Arbeit hat die Fabrik vollauf. Ich will keine Anerkennung, die Befriedigung liegt bei mir im Erfolg. Nun, das kann doch Niemanden verletzen, das müßte doch jeder gern unterstützen." Gegen den Kaiser aber fand er bei einer Audienz die festen Worte: „Bei Überschreitung der Grenze der Verpflichtung ist Diensteifer in Gefahr als Anmaßung taxiert zu werden, ich verwahre mich aber gegen eine dahin gehende Deutung..." Und der alte Kaiser nahm ihm das und Schärferes so wenig übel, daß er einmal auf eine direkte Frage Krupps antwortete: „Ich habe überhaupt nie an Ihnen gezweifelt!" und ein andermal zu einem Dritten über Krupp ganz einfach: „Ja, er ist ein wunderbarer Mann." Man konnte vielleicht nichts Größeres über ihn sagen.

1874 bis 1887

Das Jahr 1874, für die Industrie ein Krisenjahr ohnegleichen nach einem ungesunden Gründungsfieber, war auch an der Gußstahlfabrik

Digitized by Google

und an Krupp persönlich nicht spurlos vorübergegangen. Er war nie ein guter Finanzmann gewesen, er hatte es auch versäumt, sich mit den Großbanken früher auf guten Fuß zu stellen und mußte nun, bei innerlich gesunder Lage des Unternehmens, aber unvorsichtiger Kreditgebahrung, ihr Übelwollen spüren. Es kam noch rechtzeitig eine große und sicher fundierte Millionenanleihe zustande, aber ihre Verzinsung und drückende Rückzahlungsbedingungen belasten das Unternehmen für eine Reihe von Jahren schwer. Krupp fühlte sich in seinem Stolz noch mehr als in seinen Belangen getroffen, denn er war sich bewußt, durch seine großen Wohlfahrteinrichtungen den Arbeitern und durch die Neueinrichtungen zur raschen Beschaffung der neuen Feldartillerie auch dem Vaterlande Opfer gebracht zu haben, ohne welche er unabhängig hätte bleiben können. Er gab seinen kaufmännischen Leitern — wohl nicht ganz mit Unrecht — die Schuld, durch allzugroßen Optimismus und veraltete Rechnungsführung an der schwierigen Lage der Firma beteiligt zu sein, aber er verlor keine Stunde, um sich selbst an die Spitze erneuter, aufbauender Arbeit zu stellen. Er, der in stark aufstrebenden Zeiten oft die künftigen Gefahren sah und vor Üppigkeit und Vertrauensseligkeit warnte, hatte in Krisenjahren immer seine eigene, zum Handeln fortreißende Art. So hatte er 1848 schon geschrieben: je schlechter es jetzt noch geht, desto besser wird es nachher. So hatte er in der schlimmsten Zeit der letzten fünfziger Jahre noch auf Vorrat arbeiten lassen und den großen Hammer gebaut. So sagte er später, wenn die andern den Kopf hängen ließen: Arbeit, nur Arbeit frommt; wenn wir wieder florieren, mögen wir uns amüsieren! Und so auch in der tiefen Depression der Wirtschaft nach den Gründerjahren: „Ich sträube mich grundsätzlich dagegen, den Betrieb zur Einschränkung zu verurteilen ... Ein Mißjahr muß getragen werden können, wie auch im Ackerbau". Ganz ähnlich hatte er früher auf Arbeiterentlassungsvorschläge geantwortet: „Übereilung ist nicht notwendig, denn es warten nicht Aktionärs auf die Dividende".

Dies war, wie Alfred Krupp mehr als einmal selbst hervorgehoben hat, der Hauptunterschied zwischen Unternehmern, wie er, Borsig, Siemens und einigen anderen von selbständiger Kraft, und den anonymen Aktienunternehmungen, in denen „vom Polsterstuhl" für Geldsäcke verdient werden sollte. Ein geschichtliches und unanfechtbares Wort über die Vorzüge der großen Privat- oder Familienunternehmungen in Krisenzeiten findet sich in dem Briefwechsel zwischen den Brüdern Siemens. An Ende der schweren Wirtschaftsdepression der letzten siebziger Jahre schrieb Werner Siemens 1879 an seinen Bruder Karl: „Ich glaube, es gibt in Deutschland außer Krupp kein anderes Geschäft, welches die furchtbar schwere letzte Zeit so glücklich und mit so steigender Entwicklung überwunden hat wie

Digitized by Google

das unsrige". Man kann es wohl nur als ein Zeichen der tiefsten volkswirtschaftlichen Verirrung ansehen, wenn diese stärkste menschliche Triebkraft zum Schaffen und Handeln, die in der persönlichen Kraft und im Familiensinn liegt, zugunsten öffentlicher oder gemeinwirtschaftlicher Wirtschaftsweise unterdrückt wird.

Bei Krupp gelang es jedenfalls, und gewiß mit infolge seiner fortreißenden Persönlichkeit, die Krise der Nachkriegszeit gut zu überwinden. Der weltumspanende Ruf der Firma, ihre weitverzweigte, jetzt sämtliche Stahlbereitungsverfahren umfassende Technik und Erfahrung, vor allem auch die durch Krupp selbst fieberhaft angespornte Reorganisation aller veralteten Betriebe und Arbeitsweisen halfen die Schwere der Zeit überwinden. Krupp selbst war unter den geschilderten Erschütterungen und der dadurch für ihn selbst erwachsenen Arbeitslast stark gealtert und oft anfällig. Es kam die Zeit, wo er im wörtlichen Sinne sein Riesenunternehmen wochen- und monatelang vom Bett aus regierte, wo seine tausend und abertausend mit Bleinotizen und Zeichnungen bedeckten Zettel täglich mehrmals vom Hügel nach der Fabrik gingen, aber sein Geist umfaßte das Ganze noch so straff und klar wie je. Merkwürdig ist es, wie sich seine Gedanken und Forderungen mit zunehmendem Alter vom Technischen und Mechanischen immer mehr auf das Geistige und Moralische richteten. Das geistige und sittliche Band, das nach seinem Willen alle Angehörigen seiner Betriebe verbinden sollte, und die Haltung und Eignung jedes Einzelnen darin erschien ihm viel wichtiger als die Gewinn- und Verlustrechnung. Rückkehr zur Einfachheit und Pünktlichkeit, Grundsätze der Ordnung, Sparsamkeit und Einigkeit, das war es, was er unermüdlich den Leitern und Arbeitern predigte. Es war in der Zeit allzuraschen Anwachsens doch manches eingerissen, was er nicht billigte; mit der fast gewaltsamen Ausdehnung aller Betriebe und Abteilungen hatten die organisatorischen Einrichtungen nicht Schritt halten können, das „geistige Band" sah er gelockert. Er glaubte auf der einen Seite Ehrgeiz, Eigensinn und Neid, auf der andern Schwäche und Nachgiebigkeit zu sehen und prophezeite dem Unternehmen bei Fortdauer solchen Geistes das Schicksal des babylonischen Turms. Die Fundamente der Fabrik werden zusammenstürzen, wenn nicht Einigkeit, Ordnung und Kraft sie zusammenhalten.

Schmerzlich entbehrte er bei seiner Arbeit jetzt die Hilfe des Sohnes, der spätgeboren und schwächlich von Natur, jetzt erst im 21. Jahre stand und nach Vorschrift der Ärzte Erholung im Klima von Ägypten suchte. Krupps sechs große Briefe „betreffend Zukunft" an Friedrich Alfred um die Zeit der Volljährigkeit des Sohnes sind ein rührendes und bewundernswertes Zeugnis von Vaterliebe

Digitized by Google

und von weitschauender Sorge für das Unternehmen und alle Dazugehörigen. Unter Arbeiten und Sorgen der verschiedensten Art rang sich der alte Herr die Zeit zu diesen langen Niederschriften, die wie ein Vermächtnis anmuten, unter Leiden und Schmerzen ab. Er empfahl auch alle seine sonstigen Briefe und Anweisungen für Fritz zu sammeln, sie wären für ihn mehr wert „als das Erbe!" Außerdem suchte Krupp noch bei Lebzeiten durch eine Erneuerung der Prokura und durch Auswahl der bestgeeigneten Kräfte die Zukunft zu sichern, bis sein Sohn einmal die Zügel selbständig in die Hände nehmen würde.

Immer aber blieb ihm nebenher noch Zeit zu technischen Dingen, zu Plänen für neue Arbeitsgebiete und Erfindungen, durch die er wie früher die Unentbehrlichkeit des Stahls dartun und seinen Anlagen und Arbeitern die Zukunft sichern wollte.

In dieser Absicht — und wahrscheinlich in erster Linie hierin — lagen auch die Triebfedern der letzten Erfindungen und Fortschritte, mit denen sich Alfred Krupp während seiner Altersjahre beschäftigte. Natürlich brachte er, wie das bei seinem tiefen Verwachsensein mit der Gußstahlfabrik nicht anders sein konnte, allen Fortschritten der technischen Abteilungen gleiche Teilnahme entgegen. Die Martinwerke, die großen Versuche mit Stahlformguß, den er jahrelang bestrebt war für schwere Kurbelwellen verwendbar zu machen, das Hohlschmieden schwerster Stücke für Geschützmäntel, ganz besonders aber die Fragen der Geschoßherstellung, beschäftigten ihn intensiv. Wenn er längere Zeit nicht nach der Fabrik kam, so ließ er sich die Assistenten der betreffenden Versuche auf den Hügel kommen und berichten, in der Regel liefen dann seine überdachten Vorschläge und Betrachtungen, von flüchtigen Skizzen begleitet, in großer Zahl bei der Fabrik ein.

Aber es gab daneben doch einige Gebiete, denen er eine besondere, man kann sagen eine Herzensneigung entgegenbrachte. Das erste war die sog. Panzerkanone, mit der die Versuche Mitte der siebziger Jahre begannen. Krupp wollte zur Bekämpfung von Forts und Panzerungen ein schweres Geschütz konstruieren, das durch einen eigenen Panzer, mit dem es pivotartig fest verbunden war, gegen Treffer unverwundbar gemacht wurde. Er wollte den Rückstoß mit der Panzerung auffangen und so das Geschütz zum ununterbrochenen Laden und Feuern befähigen. Er stieß bei der Ausführung seines Gedanken mit dem Grusonschen Panzerturm zusammen, der eben damals allgemeine Anerkennung fand, und die Grusonsche Hartguß-Panzerkuppel hat der Kruppschen Panzerkanone auch bis zuletzt den Rang abgelaufen. Sie besaß zweifellos, besonders nach der Verbindung Grusons mit dem genialen Konstrukteur Schu-

Digitized by Google

mann, gewisse technische und auch taktische Vorzüge und war auch in der Herstellungsweise der schweren Gußkörper dem schmiedeeisernen Panzer von Krupp überlegen. Erst durch die Verbindung des Grusonpanzers mit der Kanone von Krupp ist später das denkbar Vollendetste geschaffen worden. Krupp aber, der als Techniker, besonders im Alter, mit starkem Genie auch viel Eigensinn verband, war auf Gruson wegen seiner „gußeisernen Töpfe", wie er den Hartgußpanzer spottend nannte, zeitlebens schlecht zu sprechen. Es ist von großem Interesse und für alle Zeiten lehrreich, daß Krupp hier in einem aussichtsreichen Kampfe unterlag, weil er zwei Dinge miteinander verknüpfte, die einander fremd waren, nämlich den technischen Gesichtspunkt und die Rücksicht auf die Beschäftigung seiner Arbeiter und Anlagen. Er wollte mit der Herstellung der Panzerungen, die er aus weichem Eisen, aber in gewaltiger Dicke vorschlug, seine großen Hammerwerke beschäftigen, weil ihn der Gedanke quälte, die Menge von Hammerschmieden, die früher Schienengusse gereckt hatten, brotlos zu lassen. Die Schienenerzeugung in einer Hitze von der Bramme bis zur fertigen Eisenbahnschiene war immer sein Ideal gewesen, aber erst in der Not der Nachkriegszeit durch neue Walz- und Schmelzanlagen erreicht worden. Bis dahin waren die Schienengüsse vorgereckt worden und nun standen ganze Hammerwerke still. Der an sich lobenswerte Wunsch trieb ihn technisch auf einen falschen Weg, für den er nicht einmal seine eigenen Ingenieure erwärmen konnte, und so gingen seine Wünsche betreffend die Panzer- oder Kugelkopfkanone nicht in Erfüllung. — Ähnlich erging es ihm mit einer zweiten Idee seiner letzten Lebensjahre, der Pivotkanone für Kriegsschiffe, die auch das gleiche Ziel, eine große Feuergeschwindigkeit aus stärkster Deckung, beabsichtigte. Damit scheiterte er an dem Widerspruch der Marinekonstrukteure, die übereinstimmend in Abrede stellten, daß der damalige Schiffskörper einer derartigen Beanspruchung gewachsen wäre. Krupp zeigte sich unbelehrbar und beschuldigte die Marine der Rückständigkeit und Voreingenommenheit. Als ihm aber der Marineminister von Stosch, eine gerade und kraftvolle Natur, dem die deutsche Industrie viel zu verdanken hatte, Krupps alter Freund und gelegentlicher scharfer Gegner, wegen seiner Harthörigkeit einmal in aller Ehrerbietung gehörig den Kopf wusch, antwortete ihm Krupp in einer langen entschuldigenden Zuschrift: „Mein Streben und mein Hoffen zielt auf weiter nichts, als auf viel neue Arbeit und Brot für die große Zahl meiner Arbeiter, deren Zukunft Tag und Nacht mich mit schwerer Sorge erfüllt, und nur dieserhalb arbeite ich selbst unausgesetzt an Allem, was dem Fortschritt angehört." Die Einfachheit und menschliche Tiefe seiner Gedankenwelt spricht aus diesem Bekenntnis fast ergreifend, sie fand nur noch

Digitized by Google

einmal einen gleich tiefen Ausdruck, als Krupp acht Jahre später auf seinem Sterbebette als letzte Pläne und Skizzen diejenigen eines einfachen Arbeiterhauses hinwarf, wie er es in seiner Jugend neben den ersten Gebäuden der Gußstahlfabrik bewohnt hatte, und wie er nun vorschlug, es mit Hilfe der Firma möglichst vielen alten Arbeitern als Altersheim zu errichten. Es war der Gedanke, den später sein Sohn und Nachfolger in so schöner Form in den garten-

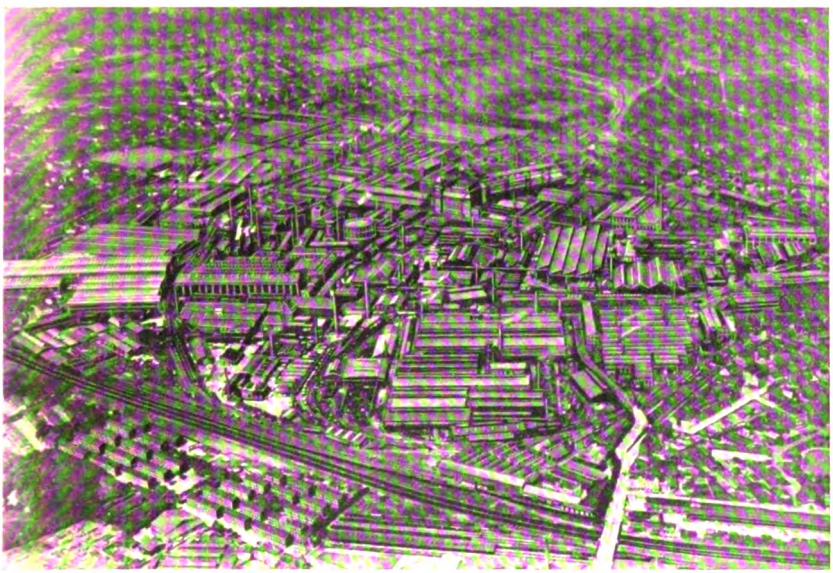


Abb. 1. Teilansicht der Kruppschen Gußstahlfabrik in Essen vom Flugzeug aus

umgebenen Häuschen der Kolonie Altenhof verwirklichte, die noch heute jeder Besucher der Stadt Essen bewundert.

Es sind nur ein paar flüchtige Ausschnitte, die ich hier auf beschränktem Raum von den letzten Lebensjahren Alfred Krupps geben konnte. Stürme und Kämpfe blieben ihm auch in dieser Zeit nicht erspart, und er nahm den Kampf auf mit der alten Leidenschaftlichkeit und dem Mut, der ihn Zeit seines Lebens unter Hindernissen und Widerständen begleitet hatte. Die beschauliche Ruhe oder wissenschaftliche Muße, die manchen anderen Erfinder und Gründer während seiner späten Jahre Freuden abseits ihrer Lebens-

Digitized by Google

kämpfe hat finden lassen, war Krupp nicht beschert und er hat sie auch nicht gesucht. Zu tief war er mit seinem Werke und mit dem Wohl und Wehe seiner Werksangehörigen verbunden, um anders als in der Sorge darum zu leben. Wohl wohnte und lebte er wie ein Fürst, von Fürsten und Königen besucht und geehrt, auf seinem weltbekannten Schlosse über der Ruhr, aber sein Königreich blieb immer das der Arbeit, und als „ein alter Arbeiter" hat er sich mit Recht noch in seinen letzten Tagen bezeichnet. — Seine größte Sorge war wohl jahrelang die um seinen Sohn: ob dieser bei seiner schwankenden Gesundheit wohl die Kraft und Festigkeit zur Weiterführung der Werke auf der eingeschlagenen Bahn besitzen würde... Krupps letzte Jahre, während deren Friedrich Alfred schon an der Seite einer ebenso klugen als herzensguten Lebensgefährtin neben dem Vater auf dem Hügel residierte, brachten ihm in dieser Hinsicht doch Beruhigung. Seiner Schwiegertochter Margarete von Ende, der er anfänglich, als aus adligem Hause stammend, ein gewisses Mißtrauen entgegenbrachte, wurde er später in herzlicher Zuneigung und großem Vertrauen verbunden. Zu seinen letzten Freuden gehörte es, als er am 29. März 1886 die Geburt der ersten Enkelin, der späteren Erbin des Besitzes, Bertha Krupp, begrüßen konnte, 32 Jahre nach der Geburt seines eigenen und einzigen Sohnes.

Alfred Krupp selbst litt schon damals und dann fast immer unter schweren Anfällen einer sich rasch steigernden Altersschwäche, die ihn oft für Wochen ans Bett fesselten. Er ertrug dieses Hinschwinden seiner Kräfte ohne Ungeduld, oft mit Humor, obwohl er leidenschaftlich am Leben hing. Aber dieser Lebenswille war gar nicht Furcht vor dem Tode, dem er vielmehr gelassen entgegenging, obwohl ihm das Sterben ein unsympathischer Gedanke war. Es war vielmehr die nicht endende und nicht ruhende Sorge um das Werk; er wurde das Gefühl, dafür der verantwortliche und auch wohl der beste Vater zu sein, eben nicht los. Zuweilen stand er auf und machte noch einen Ritt, den letzten um Ostern 1887 nach der Fabrik. Dann legte er sich, um das Bett kaum noch zu verlassen. Am 14. Juli 1887 erlöste ihn ein ganz sanfter Tod von der Last des Lebens und aller Sorgen.

Digitized by Google

Aussprüche und Niederschriften von Alfred Krupp

Arbeit und Fortschritt

Der Zweck der Arbeit soll das Gemeinwohl sein, dann bringt Arbeit Segen, dann ist Arbeit Gebet.

Ordinär arbeiten ist gegen meine Neigung.

Wer arbeitet, macht Fehler; ich mache ja auch welche. Wer viel arbeitet, macht mehr Fehler; nur wer die Hände in den Schooß legt, wer gar nichts tut, braucht auch keine Fehler zu machen.

Hätte ich nur dann arbeiten wollen, wenn alle Einrichtungen vollkommen waren, so würde ich heute Tagelöhner sein.

Ich kann nur mit Arbeit meine Schulden abtragen.

Anfangen im Kleinen, Ausharren in Schwierigkeiten, Streben zum Großen.

Ich habe es mir zum Princip gemacht, nur so arbeiten zu lassen, daß das Ausgeführte durch Dauerhaftigkeit sich nach langem Gebrauch noch empfiehlt.

Bei meinen ersten Bandagen von Gußstahl sagte man, sie wären zu gut — da war die Bahn gebrochen.

Schwierigkeiten erheben ist sehr bequem, aber die Schwierigkeiten beseitigen — das ist was wir brauchen.

Nichts besteht, kein Menschenwerk, das nicht bis in alle Ewigkeit der Vervollkommnung fähig wäre und bedürfte.

Geschäft

Nicht auf dem laufenden Geschäft, sondern auf dem Gedeihen des Ganzen beruht die Zukunft des Etablissements.

Als oberster Grundsatz ist das Ziel im Auge zu behalten, daß die Firma in der Fabrikation stets das Ausgezeichnetste, möglichst Vollmene zu leisten hat.

Der Wert der Arbeit, unparteiisch erwogen, muß uns die Arbeit bringen, keinerlei Protektion. Die größten Geschäfte machen sich immer mit den wenigsten Worten.

Es giebt Industrien, die fast von selbst gehen, während in der hiesigen Tag für Tag Fortschritt erstrebt werden muß.

Mangelhaftes dürfen wir niemals liefern, lieber wenig verdienen oder garnicht liefern.

Digitized by Google

Wir müssen Alles zuerst finden und einführen, was sich bewährt, nicht Anderen nachhinken. Bei uns ist die Intelligenz und die Kraft. Am guten Willen habe ich nie gezweifelt.

Ich bin kein Börsen-Speculant, sondern Fabrikant.

Je schlechter die Zeit, je weniger dürfen wir die Hände in den Schooß legen, desto mehr müssen wir uns rühren.

Ich will lieber bei vollster Tätigkeit Nichts gewinnen, lieber 5 Procent verlieren, als beim Stilleliegen alle die Folgen tragen. In letzterem Falle wird in Einem Jahre verloren, was in Jahren gewonnen wurde.

Je schlechter es jetzt noch wird, desto besser wird es nachher.

Nie schmeicheln oder um Bestellung bitten.

Der Zweck allen Strebens nach Vervollkommnung des Wissens ist und bleibt Gewinn im Ruf und Ertrag des Etablissements.

Arbeiter, Meister und Ingenieure

Es besteht kein Zweifel, daß die deutschen Arbeiter mehr Intelligenz und Geschicklichkeit besitzen, als für die tadellose Ausführung unserer Erzeugnisse notwendig ist.

Die Hauptsache ist, sich zwischen den Leuten zu bewegen, sie zu bemerken, mit ihnen zu reden. Das richtet sie auf und gewinnt Herz und Treue.

Das Auge des Herrn wirkt auf die Leute wie das Putzen auf die Pferde.

Werkführer und Meister sollen nicht aus bequemer Häuslichkeit, aus Wohlleben, Schlafrock und Pantoffeln, sondern aus der praktischen Arbeit hervorgehen.

Wer mit schwerer Arbeit um sein Brot gekämpft hat, hat sich bewährt zur Meisterschaft.

Eine Erfindung macht sich nicht wie der Fund einer Münze.

Es haben sich mehr Erfinder aus der Belle Etage in die Dachkammer gearbeitet, als umgekehrt.

Das größte Verdienst für den Konstrukteur ist Einfachheit, Billigkeit mit Solidität verbunden. Werkstätten und Schuppen luxuriös zu bauen ist Großtuerei vor der Welt, die mit dem Herzblut des Geldbeutels bezahlt wird und soviele Anlagen schon im Keim ruiniert hat.

Digitized by Google

An den Versuchen im Großen kann man sich ruiniren, ehe man die Aufgabe gelöst hat. Solange man im Zweifel ist, muß man die Sache nicht im Großen ausführen, immer erst wenn sie vom kleinen Maßstabe ansteigend gelungen und verheißend ist. Ich möchte diese Regel in goldener Schrift in jedem Büro und Atelier aufgehängt wünschen zur Beherzigung der Construkteure und maßgebenden Persönlichkeiten.

Organisation

Ich will nach mir ein großes harmonisches Ganzes zurücklassen. Diesem Zwecke widme ich meine letzte Kraft. Diesem hohen Ziele gegenüber hat Geld in meinen Augen einen ganz untergeordneten Wert.

Im Zentrum der Geschäftsführung muß jede Uneinigkeit ohne mich entschieden werden.... Denn künftig muß es auch ohne mich gehen.

Ich habe nur den einzigen Wunsch, mich so ersetzt zu sehen, daß ich jeden Tag unvermißt zurücktreten kann, und so sollte Jeder dieselbe Sorge haben.

Geist und Moral

Man betrachte das Gute wie das Böse durch ein Vergrößerungsglas, es liegt darin die Wahrheit. Denn wie aus dem Samen die Frucht hervorgeht, so entspringt aus dem Geiste die Tat.

Reine Menschen, reine Grundsätze, Gerechtigkeit, Güte, das muß bei uns walten, dann geht Alles gut und immer besser.

Ich habe den Grundsatz seit meiner Jugend verfolgt, mit einem Übermaaß von Gewicht und Kraft eine Sache anzufassen — niemals auf ein halbes Mittel mich zu beschränken.

Geld macht kein Unrecht gut.

Alle Widerwärtigkeiten und Schläge, die nicht wie Blitz und Tod von oben kommen, sind zurückzuführen auf Mangel an Vorsicht.

Alles Unglück ist eine Folge von Mangel an Vorsicht und von Gleichgültigkeit, sogenanntes Vertrauen, im Grunde aber Bequemlichkeit.

Mit Schweigen erreichen wir unser Ziel nicht und mit Nichtstun, sondern nur mit energischem hartnäckigem Kampf.

Zehn Gegner von hoher Bedeutung sind mir lieber als Einer, der Widerstand fördert.

Digitized by Google

Eigensinn und Dummheit machen immer erfolglose Opposition. Sittlichkeit, verschwistert mit Ordnung und Treue, wirkt segensreich. Das Erreichen hängt bloß vom Willen ab.

Charakter und Persönlichkeit

Im heiteren Bewußtsein meiner Fehlbarkeit werde ich für jede Berichtigung eines Irrtums dankbar sein.

Die Überzeugung vom Richtigen ist das Einzige, dessen es bedarf, daß ein Mann mit Mut auftrete und im Rechtsgefühl — auch ohne Rücksicht auf alle beliebigen Folgen.

Wer Unrecht erstrebt, mag Schleichwege gehen, wer Gunst erstrebt, mag verschämt und zaghaft sein. Im Bewußtsein seines Rechts aber geht ein Charakter gradezu auf den Widerstand — das Recht verlangt auch den Mut.

Geld verloren, wenig verloren; Ehre verloren, viel verloren; Mut verloren, alles verloren.

Das Sprichwort: wer wagt gewinnt, hat der Leichtsinn erfunden für Spiel und Abenteuer, kurz für alles was nicht die solide Grundlage reiflicher Erwägung hat.

Ich wollte ich könnte meinen Mut Anderen einflößen; er ist nicht Leichtsinn, er beruht auf Zuversicht.

Die Aula der Universität, wo ich meine Bildung genossen habe, war die Schmelzhütte und mein Catheder der Amboß.

Für uns ist die Definition von Ehre das Bewußtsein der Erfüllung von Recht und Pflicht.

Was ist doch ein bißchen Gegenwart wenig gegen eine ganze Zukunft.

Ich bin durchdrungen von der Überzeugung, daß jedermann für seine Erfolge nur zu danken hat. In den mühevollsten Bestrebungen hat er nur seiner Neigung gefolgt und seine Begabung verwertet und folglich im Bewußtsein seine volle Befriedigung. Dank ist dafür die einzige natürliche Befriedigung. Ovationen können nur Schamrote hervorrufen.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Georg Kerschensteiner

Das Deutsche Museum trauert um den Verlust seines Vorstandsmitgliedes Georg Kerschensteiner, der, tätig bis ans Ende, im Alter von 77 Jahren am 15. Januar 1932 einem schweren Lungenleiden erlegen ist.

Als im Oktober 1921 Carl von Linde im 80. Lebensjahre seine Tätigkeit im Vorstande des Deutschen Museums niederlegte, waren unter Führung Oskar von Millers die Aufgaben und Ziele des Deutschen Museums vorgezeichnet, die Anordnung des gewaltigen Stoffes im Zusammenwirken des Vorstandes und aller seiner Mitarbeiter bis ins einzelne disponiert, aber es galt noch, die Methoden einer eindringlichen Darstellung und Vorführung der Objekte, im ganzen wohl schon klar gelegt, im einzelnen gemäß ihrer Eigenart auszubauen und zu verfeinern. Dazu kam noch, von langer Hand schon vorbereitet und eingeleitet, als neue und größte Aufgabe die Durchführung des Studienbaues des Museums und die Organisation seiner Bibliothek.

Es war nur eine Stimme, daß die Museumsleitung, die den Anteil an diesen, im besonderen Sinne pädagogischen Aufgaben einem dafür speziell vorbereiteten Manne übertragen wissen wollte, keinen besseren habe finden können als Georg Kerschensteiner. Sein ganzer Entwicklungsgang befähigte ihn dazu: In kleinen Verhältnissen aufgewachsen, fand er nach Besuch des Lehrerseminars in Freising seine erste Anstellung im Schuldienst; der rastlos Weiterstrebende errang sich im Jahre 1877 den Zutritt zum Hochschulstudium, das er — unter besonderer Pflege seines Lieblingsfaches, der Mathematik, bei Felix Klein, Alexander Brill, bei Ludwig Seidl und Gustav Bauer — in München mit Erfolg abschloß. Als Lehrer an den Gymnasien zu Schweinfurt, Nürnberg und München erweiterte er sein Wissen nach der naturwissenschaftlichen Seite, dabei stets bedacht, den Unterricht lebendig und anschaulich zu gestalten. Vorgeschriebene Lehrpläne in stundenmäßiger Einteilung nach den Paragraphen eines Lehrbuches abzuhandeln, war seine Sache nicht. In Feld und Wald studierte er mit seinen Schülern einzelne Pflanzengruppen und Tierformen nach Art und Lebensweise, trieb Geometrie und Trigonometrie mit Theodolit und Meßlatte, forderte überall eigenes Handanlegen und selbständige Betätigung und erweckte so Interesse und Verständnis weit sicherer als durch mechanisches Abfragen eines memorierten Stoffes. Zudem gewann er sich durch den unmittelbaren persönlichen Umgang Sympathie und Vertrauen seiner Schüler, die mit Begeisterung an ihm hingen.

Dann ward ihm mit seiner Berufung zum Leiter des Münchener Volks- und Fortbildungsschulwesens ein umfassenderer Aufgabenkreis zuteil, der

Digitized by Google

sein ganzes Denken und Tun nunmehr erfüllte und für den er seine bisher gewonnenen Erfahrungen und seine frischen Kräfte einsetzte. In dem Bestreben, die allmählich veraltete Organisation der Schulen zu neuen, den Anforderungen der Zeit Rechnung tragenden Lebensformen zu erwecken, schuf Kerschensteiner die „Arbeitsschule", in mancher Richtung wohl schon vorbereitet, noch niemals aber bis dahin in ihrer Vielseitigkeit, nach ihrer kulturellen Bedeutung und ihrem ethischen Gehalt voll entwickelt. Mannigfache Widerstände bürokratischer, finanzieller und gewerklicher Natur galt es mit zähester Energie zu überwinden, dann aber gelang die Lösung des Problems in mustergültiger und vorbildlicher Weise. Aus dem Geiste der Arbeitsschule heraus und ihrer pädagogischen Idee, aus dem Gedanken, das Berufsinteresse als wesentliche Bildungsgrundlage anzusehen und zu verwerten, erwuchs für Kerschensteiner der Begriff der Bildung überhaupt, von dem aus sich die Neugestaltung der verschiedenen Schulgattungen entwickeln konnte. Häufige Reisen im In- und Ausland und die dabei gewonnenen Eindrücke und Erkenntnisse wirkten klärend und vertiefend. Die Notwendigkeit und wachsende Bedeutung staatsbürgerlicher Erziehung führten zu neuen Wegen. Die Erziehung des gesamten Volkes wird zu einer Erziehung zu verantwortungsvollem, pflichtbewußten Handeln: „Denken und Tun, Tun und Denken, das ist die Summe aller Weisheit" lesen wir in Wilhelm Meisters Wanderjahren. Und noch eines tritt hinzu, auch dort hervorgehoben und als Grundlage gesetzt: Ehrfurcht.

„Wenn" — so führt Kerschensteiner in seinem Beitrag zur Geschichte des Deutschen Museums) aus — „wenn die Grundlage alles Bildungsbestrebens Ehrfurcht ist, Ehrfurcht vor der Wahrheit, der Sittlichkeit, der Schönheit, wenn Ehrfurcht nichts anderes ist als das Gefühl scheuer Verehrung eines Erhabenen, das mit erdrückender Größe und Macht auf unsere Kleinheit wirkt, dann muß das Museum als Bildungsanstalt alles versuchen, dieses Gefühl der Ehrfucht durch die Methoden seiner Organisation zu erwecken".*

Das waren die Gedanken, die Kerschensteiner bei allen seinen Bestrebungen geleitet haben und auf deren Verwirklichung er auch im Rahmen des Deutschen Museums stets bedacht war. So wurden sie — neben manchen anderen — Fundament und Tragpfeiler für die kulturhistorische Bedeutung des Deutschen Museums.

Walther von Dyck.

*) Das Deutsche Museum — Geschichte, Aufgaben, Ziele. Herausgegeben von C. Matschoß. Oldenbourg, München und VDI-Verlag, Berlin 1929.

Triasdruck GmbH, Berlin S 14

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Bis Juli erschienen:

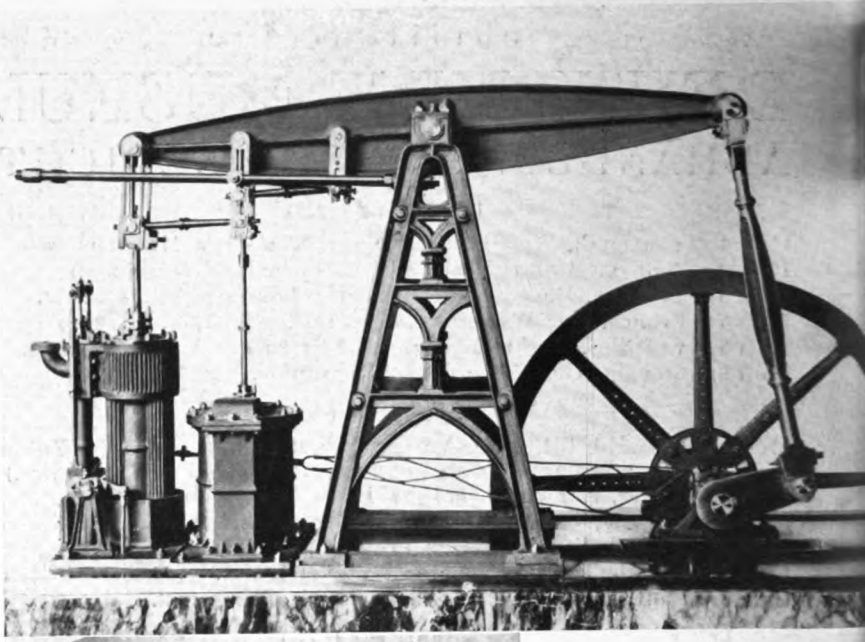
Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4,50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

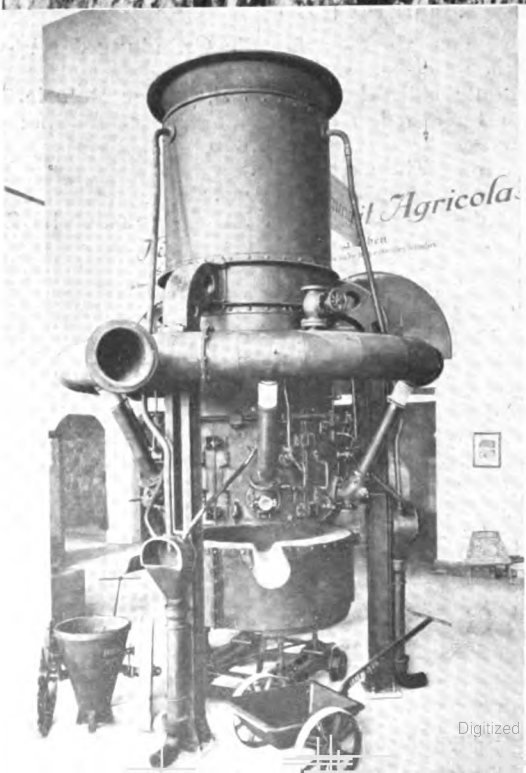
Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google



Erste betriebsfähige Balancier-Da
maschine der Kruppschen Guß
fabrik in Essen, die von 1835 bis
in Betrieb war



Originalschachtofen mit Wasserm
zum Schmelzen von Kupfererz vo
Firma Krupp-Grusonwerk in M

Digitized by Google

L Munich

EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und
technik

Bibliotheken gestern und heute

von

Heinrich Uhlendahl

DI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h.c. Dr.-Ing. E.h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1,—, Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Werktagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 1/2 10—1/2 1 und 1/2 3—1/2 9
an Sonntagen 10—6 Uhr durchgehend
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Zuschriften sind zu richten an die **Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus**

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 5

BIBLIOTHEKEN GESTERN UND HEUTE

VON

HEINRICH UHLENDAHL

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany. Druck Triasdruck G. m. b. H.

Digitized by Google

Bibliotheken gestern und heute

Vortrag
zur Einweihung der Bibliothek des Deutschen Museums in München
am 7. Mai 1932

Von Heinrich Uhlendahl

Der ehrenvollen Aufforderung der Leitung des Deutschen Museums, zur Einweihung der Bibliothek vor dem erlauchten Kreis der Freunde und Förderer der Anstalt über bibliothekarische Dinge zu sprechen, bin ich gern nachgekommen. Vor allem, weil die Deutsche Bücherei, die ich zu leiten den Vorzug habe, eine dem Verwaltungsaufbau des Deutschen Museums verwandte Organisation besitzt, ja die Grundzüge dieser Organisation unmittelbar von dem älteren Schwesterinstitut übernommen hat. Die Deutsche Bücherei weiß dem Deutschen Museum für dieses Geschenk, das sich von Jahr zu Jahr als wertvoller erwiesen hat, aufrichtig Dank. Für mich aber bedeutet es eine besondere Freude, heute Gelegenheit zu haben, einen Teil der alten Dankesschuld abtragen zu dürfen.

Wenn ein neues bibliothekarisches Leben beginnt, wie es jetzt beim Deutschen Museum der Fall ist, mag es wohl angebracht sein, einen Rückblick in frühere Zeiten zu werfen, zu sehen, wie Generationen, die vor uns lebten und wirkten, sich mit jenen Aufgaben und Problemen zurechtgefunden haben, die das Bibliothekswesen betreffen und die uns heute nicht minder als in früheren Zeiten beschäftigen. So möchte ich Sie, meine sehr verehrten Damen und Herren, bitten, sich mir zu einem kurzen bibliothekarischen Ausflug durch die Jahrhunderte anzuvertrauen. Wenn ich Sie dabei bis in graue Vorzeit entführe, so werden Sie bitte nicht gleich ungeduldig; im Zeitalter des Autos und des Flugzeugs reist man schnell, und wir werden bald zu Zeiten kommen, die uns Menschen des 20. Jahrhunderts näher liegen und vertrauter sind als jene alten. Aber schließlich war jede Vergangenheit einmal Gegenwart, und sie muß für uns Nachgeborene wieder Gegenwart werden, wenn sie uns nützen soll. „Man muß die Tradition kennen, um der Gegenwart zu dienen und die Zukunft vorzubereiten", hat der unvergeßliche Adolf von Harnack einmal an dieser Stelle gesagt. Und dann sind die frühesten Zeiten einer Entwicklung sehr oft auch die interessantesten; sie weisen Höhepunkte auf, die später selten oder nie wieder erreicht werden.

Digitized by Google

NINIVE. — Die älteste Bibliothek, die wir näher kennen, ist die Königliche Bibliothek von Ninive, der Hauptstadt des alten Assyrischen Reiches. Es sind zwar in jüngster Zeit noch ältere Sammlungen bekannt geworden, so die von Boghasköi (um 1500 v. Chr.) und Nippur (um 2000 v. Chr.), aber ihre Erforschung ist noch nicht abgeschlossen. Die Bibliothek von Ninive wurde im 7. Jh. v. Chr. von dem bekannten König Assurbanipal oder Sardanapal gegründet und noch vor Ablauf des gleichen Jahrhunderts beim Zusammenbruch des Assyrischen Reiches zerstört. Der Schöpfer der Bibliothek lebte auf Grund einer persisch-griechischen Legende lange Zeit in der allgemeinen Meinung als der Typus eines üppigen und schwelgerischen Despoten fort. Die Wissenschaft der Assyriologie, die den überkommenen Anschauungen ihre kritischen Forschungsergebnisse entgegengestellt hat, weiß hiervon nichts; sie kennt Assurbanipal nur als einen den Frauen zwar nicht abgeneigten, aber vor allem tapferen und energischen Herrscher, der eine außergewöhnliche Liebe für die Wissenschaften besaß und auch persönlich über einen hohen Grad von Bildung verfügte.

Diese Bibliothek Assurbanipals ist uns dank der Arbeit der Archäologen erhalten. Sie wurde um die Mitte des 19. Jh. durch die Ausgrabungen des Engländers Layard und des Mesopotamiers Rassam bei dem Dorfe Kujundschik am Tigris, gegenüber der heutigen Handelsstadt Mossul, unter einer 7 m dicken Erdschicht aufgedeckt. Die Hauptbestände der Bibliothek, in der barbarische Plünderer und verheerendes Feuer nach der Eroberung Ninives größere Verwüstungen angerichtet hatten als die nachfolgenden zweieinhalb Jahrtausende, fanden sich in zwei Sälen des Königspalastes, deren Boden fußhoch mit den aus beschriebenen Tontafeln bestehenden Büchern der Bibliothek angefüllt war. Die Mehrzahl dieser Tafeln war infolge des Einsturzes der oberen Teile des Gebäudes leider zerbrochen. Die Tontafeln befinden sich jetzt im Britischen Museum in London, das auch die Ausgrabungen veranlaßt hatte. Im Auftrage dieses Museums hat der deutsche Assyriologe Carl Bezold in den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts (1889/99) einen Katalog der Bibliothek in englischer Sprache veröffentlicht, 5 Quartbände, denen später (1914) noch ein Supplementband folgte; in ihm sind rund 24000 Tafeln und Tafelfragmente verzeichnet und beschrieben.

Die Tontafeln, die die Bestände der assyrischen Bibliothek bildeten, sind aus einem auserlesenen Material und in einer bei aller Verschiedenheit im einzelnen doch im ganzen einheitlichen Form und mit großer Sorgfalt hergestellt. Die Farbe des Tons bewegt sich zwischen einem tiefen Schwarz und einem Semmelblond; sie ist bis zu einem gewissen Grade dem Inhalt der Schriftstücke angepaßt. Der Text weist gelegentlich auch Zeichnungen auf, besonders geometrischer

Digitized by Google

Art. Manchmal ist die Schrift so klein, daß man sie nur mit einer Lupe lesen kann. Aus alledem ersieht man, daß die alten Assyrer bereits eine sehr entwickelte Buchkultur besaßen; es scheint bei ihnen sogar eine Art Bibliophilie gegeben zu haben.

Die Tontafeln weisen in der Mehrzahl ein größeres, aber noch handliches Oktavformat auf, das in dem Verhältnis von Höhe und Breite ungefähr den heutigen Büchern entspricht. Sie sind durchweg 2 bis 2½ cm dick, haben also ungefähr die Stärke eines Bandes von Meyers bekannter Klassikerausgabe, sind aber im allgemeinen etwas größer. Da Vorder- und Rückseite beschrieben wurden, dürfte eine Tafel, wenn man einen Vergleich wagen will, ungefähr einem heutigen Buchblatt entsprechen und trotz des größeren Schriftgrades bei der Knappheit und Ausdrucksfähigkeit der assyrischen Sprache nahezu ebensoviel Text aufweisen. Es würden somit etwa 150 bis 200 Tafeln mittlerer Größe erforderlich sein, um den Text eines solchen Klassikerbandes wiederzugeben. Etwa dieses Verhältnis wird man zugrunde legen müssen, wenn man die assyrischen Bibliotheksbestände zahlenmäßig mit denen einer heutigen Bibliothek vergleichen will. Dem Inhalt der Bestände entsprechend, stellt die Sammlung Assurbanipals nach unseren heutigen Begriffen die Verbindung einer Bibliothek mit einem Archiv dar.

Leider hatte man bei den Ausgrabungen nicht bedacht, daß die Tafeln zum Teil noch in der ursprünglichen Reihenfolge lagerten, und diese nicht gewahrt, so daß die Wiederherstellung der alten Ordnung überhaupt nicht oder nur in unendlich mühseliger Kleinarbeit möglich ist. Den Besuchern des Britischen Museums wird heute eine im einzelnen sorgfältig beschriebene, im ganzen aber noch vielfach ungeordnete Menge von Tafeln und Tafelfragmenten als Assurbanipals Bibliothek gezeigt.

ALEXANDRIA. — Drei Jahrhunderte nach dem tragischen Schicksal der Bibliothek von Ninive wurde auf ägyptischem Boden eine Bibliothek gegründet, die unter einem glücklicheren Stern stehen und eine Kulturmission von welthistorischer Bedeutung erfüllen sollte: die Bibliothek von Alexandria.

Ägypten, die Heimat und Hauptpflanzstätte der wertvollen Papyrusstaude, die dem Altertum den zweckmäßigsten und verbreitetsten Schreibstoff lieferte, bot für die Gründung einer großen Büchersammlung entschieden günstigere Voraussetzungen als das Zweistromland mit seiner Tontafeltechnik. Die Herstellung des Papyrus, des Vorläufers unseres Papiers, geschah bekanntlich in der Weise, daß aus dem Mark des nahezu armdicken Pflanzenstengels lange dünne Streifen geschnitten wurden, die in zwei sich kreuzenden Lagen übereinander gebreitet und dann durch Klopfen oder Pressen miteinander verbunden

Digitized by Google

wurden, wobei der Pflanzensaft den Klebstoff hergab. Die Bogen wurden dann an der Sonne getrocknet und erforderlichenfalls noch mit Bimsstein geglättet. Durch Aneinanderkleben mehrerer Bogen entstanden breite Bahnen, die an den beiden Enden durch aufgeklebte Streifen von Papyrus oder Pergament verstärkt, später an leichten Stäben befestigt und in jedem Fall zu Rollen gestaltet wurden.

Wir besitzen ägyptische Papyri, die bis in die Zeit um 2000 v. Chr. zurückreichen. Sicher werden im alten Ägypten auch Papyrussammlungen entstanden sein, namentlich in Tempeln und Palästen, wo sich derartige Sammlungen immer zuerst bildeten. Aber von Sammlungen zu wissenschaftlichen Zwecken und zu öffentlicher Benutzung, also von Bibliotheken, wissen wir aus dem vorhellenistischen Ägypten nichts. Von einem griechischen Schriftsteller aus der Zeit Cäsars wird uns nur die Inschrift der Bibliothek eines ägyptischen Königs *Ψυχῆς Ἰατρεῖον*, also Heilstätte der Seele, berichtet, die uns deshalb interessiert, weil später Friedrich der Große, angeregt durch eine Bemerkung in dem französischen Roman „Sethos" des Abbé Terrasson, eine ähnlich zutreffende, vielleicht ein wenig prosaischer klingende Formulierung Nutrimentum Spiritus als Aufschrift für den von ihm errichteten Neubau der Berliner Königlichen Bibliothek am Opernplatz wählte.

Die Bibliothek in Alexandria stellt die großartigste Leistung dar, die das gesamte Bibliothekswesen bisher aufzuweisen hat. Sie wurde in der Hauptsache von dem König Ptolemäus Philadelphus in der ersten Hälfte des 3. Jh. v. Chr. geschaffen, und zwar in räumlicher Anlehnung an das Alexandrinische Museum. Letzteres war kein Museum im heutigen Sinne des Wortes, vielmehr eine nach athenischen Vorbildern gegründete Gelehrtenschule, eine Art Akademie der Wissenschaften. Es bot einer Anzahl hervorragender Gelehrten Gelegenheit, unter ehrenvollen äußeren Lebensverhältnissen sich ganz ihrer wissenschaftlichen Forschungsarbeit zu widmen. Die Bibliothek sollte ihnen hierfür das erforderliche geistige Rüstzeug bieten.

Daß die größte und bedeutendste griechische Bibliothek nicht im Mutterland, sondern in einer griechischen Kolonie entstand, muß an sich Wunder nehmen, zumal wenn man bedenkt, daß die Eingeborenen die griechische Sprache nicht verstanden, überhaupt von Natur allem Fremden eine starke Abneigung entgegenbrachten, die griechischen Kolonisten aber von Hause aus meist einfache Bauern und Soldaten waren. Indes erfolgte die Gründung der Bibliothek zu einem Zeitpunkt, wo bei den Kolonialländern einerseits das Streben bestand, das griechische Kulturideal, wie es die Philosophen geschaffen hatten, auszubreiten und in die Wirklichkeit umzusetzen, anderseits aber auch der Drang, die Zusammenhänge mit dem Mutterlande aufzugeben

Digitized by Google

und sich selbständig zu machen. Die Mission des Mutterlandes war im wesentlichen erfüllt. In den Kolonien, die jetzt mehr und mehr Mittelpunkte des geistigen Lebens wurden, erweiterte sich die griechische Kultur zur Weltkultur, und es entstand eine internationale Schicht von Gebildeten, die sich zum Träger dieses Weltgriechentums machte.

Durch solche Umstände begünstigt und durch den leidenschaftlichen Sammeleifer der Könige gefördert, wuchs die Alexandrinische Bibliothek rasch zu phantastischer Größe heran. Die Zahl der Rollen betrug schon im ersten Jahrhundert ihres Bestehens 400 000 und soll schließlich auf 700 000 gestiegen sein. Bei den Übertreibungen, die man seitens der alten Schriftsteller besonders bei Angaben von militärischen Kräften kennt, ist man geneigt, auch diese Zahlen mit einer gewissen Vorsicht aufzunehmen; aber sie sind uns, wenigstens die Zahl 400 000, glaubwürdig überliefert.

Um von dem Umfang der Sammlung ein einwandfreies Bild zu gewinnen, muß man bedenken, daß eine Papyrusrolle inhaltlich sich fast so wenig wie eine Tontafel mit einem heutigen Buch vergleichen läßt; die Rolle nimmt ungefähr die Mitte zwischen Tontafel und Buch ein. Die Werke der alten Schriftsteller wurden nach Inhalt und Größe in bestimmte Textabschnitte geteilt, die gerade eine Rolle füllten. Einen solchen Abschnitt nannte man „Buch"; der damalige Begriff „Buch" ist also mit dem heutigen keineswegs identisch. Herodots Geschichtswerk z. B. besteht aus 9, Homers Ilias sogar aus 24 „Büchern", während bei uns das erste Werk bequem und das zweite zur Not in einem einzigen Oktavband untergebracht werden kann. Und weiter ist zu berücksichtigen, daß von den hauptsächlichsten Literaturwerken nicht nur ein Stück, sondern mehrere, manchmal Dutzende in der Alexandrinischen Bibliothek vorhanden waren. Die Bestände dienten, wie wir heute wissen, nicht nur zum Studium, sondern auch zu Tausch- und zu Handelszwecken.

Aber letzten Endes war es weniger die Zahl als die Qualität der Bücher, die der Museumsbibliothek ihre Bedeutung verlieh. Sie enthielt äußerst wertvolle Bestände; denn die Ptolemäer boten alles auf, um die Originalhandschriften oder zum mindesten einwandfreie Abschriften aller wichtigen Schriftsteller zu erlangen. Zu diesem Zweck waren sie in der Wahl der Mittel nicht immer ängstlich. So mußten nach einer Überlieferung alle Schiffe, die im Hafen von Alexandria anlegten, ihre Büchersendungen herausgeben und sich mit Abschriften begnügen; die wenig beliebten Begriffe „Pflichtexemplar" und „Notverordnung" waren also auch dem Altertum nicht fremd. Die sogenannten Staatsexemplare der großen Tragiker Sophokles, Euripides und Aeschylos, die man gegen eine hohe Geldbürgschaft aus Athen entliehen hatte, gab man nicht wieder zurück, sondern übersandte Abschriften und ließ die Bürgschaft einfach verfallen, immerhin 15 Talente oder

Digitized by Google

60 000 RM. Der alexandrinische Idealismus hatte eine etwas eigenartige Färbung, er besaß, wie Theodor Birt mit Recht bemerkt, einen starken Schuß Spekulation und Raubrittertum.

Die Blütezeit der Alexandrinischen Bibliothek fällt in das 2. und 1. Jh. v. Chr. Über eine Reihe von Bibliotheksdirektoren, zu denen immer die bedeutendsten Gelehrten der Zeit berufen wurden, sind wir näher unterrichtet. Wie angesehen die Stellung des Direktors war, folgt daraus, daß er den hohen Titel „Vetter des Königs" führte und daß mit seinem Amt dauernd die Erziehung der königlichen Prinzen verbunden war.

Die Tätigkeit der alexandrinischen Bibliothekare läßt sich mit der der heutigen Bibliothekare nicht ohne weiteres vergleichen; am ehesten entspricht sie vielleicht der Spezialarbeit, die in unseren Handschriftenabteilungen zu leisten ist. Sie war in der Hauptsache textkritischer Art und bestand in der Feststellung der verschiedenen Werke eines Schriftstellers, des Umfanges, der zeitlichen Folge und der Echtheit der einzelnen Schriften, in der Einteilung der Werke in Rollen oder „Bücher" und endlich in der Herstellung von Katalogen. Das Riesenwerk der Katalogisierung der Bestände führte in dreißigjähriger Arbeit Kallimachus, der größte der alexandrinischen Bibliothekare bzw. der auf bibliothekarischem Gebiet arbeitenden Gelehrten, durch; denn nach der neuesten Forschung ist er nicht zu den eigentlichen Bibliothekaren zu zählen. Leider sind uns von diesem Katalog, den das Altertum als eine unerhörte Leistung rühmte, nur unbedeutende Bruchstücke erhalten.

Die Rollen wurden in Bücherschränken oder auf Bücherbrettern wagerecht gelagert. An der Außenseite jeder Rolle war ein Zettel aus Pergament angebracht, auf dem der Titel des Buches zu ersehen war. Kostbare Rollen erhielten noch eine Hülle aus Papyrus oder Pergament, ähnlich den Schutzhüllen unserer akademischen Diplome.

Neben der sogenannten Großen Bibliothek, die, wie das Museum, einen Teil des Königlichen Palastes bildete und nur für die Gelehrten und den Hof bestimmt war, wurde ein wenig später noch eine kleinere Bibliothek im Serapistempel eingerichtet. Die räumliche Verbindung der Bibliotheken mit Palästen und Tempeln, die wir in Ninive und Alexandria, überhaupt im ganzen Altertum finden, ist ein deutlicher Beweis für die hohe Wertschätzung, die man den Bibliotheken von Anfang an entgegenbrachte; eine wenigstens bis zu einem gewissen Grade vergleichbare Stellung nehmen die Bibliotheken heute in Amerika ein, wo ihnen in der Regel der schönste Platz der Stadt zur Verfügung steht.

Die Serapeumsbibliothek wies zur Zeit, als die Museumsbibliothek 400 000 Rollen zählte, deren 43 000 auf, was aber mehr bedeutet, als es

Digitized by Google

zunächst scheint, da sie nicht, wie ihre ältere Schwester, auch Tausch- und Handelsexemplare enthielt. Die Serapeumsbibliothek war für die Bedürfnisse der Kreise außerhalb des Museums und der Königsburg gedacht. Man könnte sie etwas kühn mit einer heutigen Stadt- oder Volksbibliothek vergleichen; jedenfalls stellt sie die erste, wirklich öffentliche griechische Büchersammlung dar, von der wir wissen.

Die Museumsbibliothek wurde in den Unruhen, die dem Bürgerkrieg zwischen Cäsar und Pompejus folgten, beim Brand der Flotte Cäsars im Hafen von Alexandria durch Feuer vernichtet. Da das Bibliotheksgebäude einige hundert Meter vom Hafen entfernt lag, hat man gemutmaßt, daß die Bestände gerade in einem Schuppen gelagert hätten, um nach Rom verladen zu werden, wo sie den Grundstock für die von Cäsar geplante große Bibliothek bilden sollten. Wenn auch die verbrannten Bücher zum Teil wieder ersetzt wurden, so war seitdem doch die eigentliche Kraft der Bibliothek gebrochen. Die Serapeumsbibliothek trat jetzt mehr und mehr in den Vordergrund und erlebte ihre Blütezeit; sie bestand noch bis zum Ende des 4. Jh. n. Chr., wo der heidnische Tempel mitsamt der Bibliothek von übereifrigen Christen zerstört wurde. „Sunt sua fata etiam bibliothecis", lautet ein häufig zitierter Spruch Mabillons.

PERGAMON. — Ungefähr ein Jahrhundert nach der Ptolemäergründung von Alexandria wurde zu Pergamon in Kleinasien, der Hauptstadt des hellenistischen Pergamenischen Reiches, von den Attaliden eine Bibliothek ins Leben gerufen, die in der Folge mit der Alexandrinischen wetteifern und ihr eine Zeitlang sogar den Ruhm streitig machen konnte.

Über die Pergamenische Bibliothek sind uns nur wenig Nachrichten überliefert. Um so mehr wissen wir den von der Leitung der Berliner Museen unternommenen Ausgrabungen Humanns und Conzes Dank, daß sie uns neben dem Wunderwerk des Altars, den das Berliner Pergamon-Museum heute als kostbarsten Schatz birgt, auch die Kenntnis der Anlage dieser Bibliothek vermittelt haben. Sie lag auf der obersten Platte des Stadtberges und war mit dem Tempel der Ἀθηνᾶ νικηφόρος καὶ πολιάς, der siegbringenden Stadtbeschützerin, verbunden. Der Tempel befand sich auf einem großen rechteckigen Platz, auf den man durch eine säulengeschmückte Eingangshalle trat, die wir jetzt ebenfalls im Pergamon-Museum bewundern können. An die Eingangshalle schloß sich nach dem Innern zu ein Säulengang, und mit diesem war die Bibliothek verbunden. In den Trümmern fand man neben anderem eine Riesenstatue der Athena, deren Bildnis zum festen Bestand jeder griechischen Bibliothek gehörte, auch wenn diese nicht, wie die Pergamenische, speziell mit einem Athenaheiligtum verbunden war;

Digitized by Google

ferner fand man Steinsockel mit Inschriften zu Statuen berühmter Männer, die ebenfalls in der antiken Bibliothek nicht fehlten. In dieser Anlage, die vielleicht der Alexandrinischen Bibliothek nachgebildet war, haben wir alles, was zu einer typischen Bibliothek des Altertums gehört: einen statuengeschmückten Repräsentationssaal, die anschließenden Magazinräume, die zum Studium dienende offene Wandelhalle und die enge Verbindung mit einem Heiligtum.

Zur Erlangung kostbarer Bücher entfalteten die Attaliden einen ähnlichen Eifer wie die Ptolemäer, deren Interessenkreise sie gelegentlich gestört haben mögen. Jedenfalls sah Alexandria mit wachsender Unruhe dem Aufstieg der Pergamenischen Bibliothek zu, an die es unter keinen Umständen etwas von seinem Ruhm abtreten wollte — Bibliotheken sind, damals wie heute, eifersüchtiger als Frauen. Einer der alexandrinischen Herrscher, Ptolemäus Euergetes oder Physkon, soll deshalb, wie uns Plinius mit Berufung auf den zuverlässigen Varro berichtet, die Ausfuhr von Papyrus nach Pergamon verboten haben, um die Entwicklung der Rivalin aufzuhalten. Diese habe infolgedessen zu einem anderen Schreibstoff greifen müssen und so — das Pergament „erfunden". Die Geschichte hat einen wahren Kern, wenn die tatsächlichen Verhältnisse auch etwas anders lagen. Vor allem aber ist sie lehrreich; denn sie zeigt, daß man geistiges Leben und geistigen Fortschritt mit äußeren Mitteln auf die Dauer nicht aufhalten kann. Die Verwendung von Tierhäuten als Schreibstoff war dem Altertum bereits vor Pergamon bekannt; aber die Pergamenische Bibliothek muß diesen Schreibstoff wesentlich verbessert und in größerem Umfang, als es bis dahin üblich war, für literarische Werke verwendet haben, sonst hätte sie ihm gewiß nicht den Namen geben können.

Als nach Aussterben der Attaliden das Pergamenische Reich an den Römischen Staat fiel und zur Provinz „Asien" wurde, trat die Bedeutung der Pergamenischen Bibliothek mehr und mehr zurück. Das letzte, was wir von ihr hören, ist die Nachricht, daß Marcus Antonius sie seiner Geliebten, der letzten Ptolemäerin Kleopatra in Alexandrien, als Ersatz für die unter Cäsar verbrannte Museumsbibliothek schenkte. So wurden schließlich die rivalisierenden Bibliotheken durch die galante Geste eines römischen Machthabers vereinigt.

ROM. — Die Bibliotheken im alten Rom sind bloße Abbilder der hellenistischen. Sie kamen erst in der Spätzeit der Republik, mit dem Eindringen der griechischen Bildung auf. Die Römer waren von Hause aus ein viel zu kriegerisches und praktisches Volk, als daß sie kulturellen Dingen ein besonderes Interesse entgegengebracht hätten. Es ist kein Zufall, sondern ein charakteristisches Zeichen, daß die ersten

Digitized by Google

Bibliotheken als Kriegsbeute nach Rom kamen. Cäsar plante, wie bereits erwähnt, eine öffentliche Bibliothek größten Stils, um, wie Mommsen meinte, „mit der Weltmonarchie die Weltliteratur zu verknüpfen". Mit ihrer Ordnung und Leitung wollte er den Geschichtsschreiber Varro, den größten Gelehrten der damaligen Zeit, betrauen. Der Brand der Alexandrinischen Bibliothek und die Ermordung Cäsars verhinderten die Verwirklichung dieses Planes. So blieb es Asinius Pollio, dem Eroberer Dalmatiens, einem hervorragenden Staatsmann und Schriftsteller, vorbehalten, aus der dalmatinischen Beute die erste öffentliche Büchersammlung in Rom zu errichten. Das geschah im Jahre 39 v. Chr., und zwar im Tempel der Göttin Libertas, nahe dem Forum Romanum. Die Bibliothek gliederte sich, wie alle römischen, in eine größere griechische und eine kleinere lateinische Abteilung.

Dieser ersten Bibliotheksgründung folgten mit Beginn der Kaiserzeit weitere durch Augustus, Tiberius, Vespasian, Domitian, Trajan und andere. Zur größten und berühmtesten aller römischen Büchersammlungen entwickelte sich schließlich die von Trajan auf dem nach ihm benannten Forum gegründete Bibliotheca Ulpia, meist Trajansbibliothek genannt, die auch von allen römischen Bibliotheken am längsten bestand, bis ins 5. Jh. n. Chr.

Das Konstantinische Regionenbuch, das eine Beschreibung Roms zu Anfang des 4. Jh. enthält, zählt 28 öffentliche Bibliotheken auf. Das ist, selbst mit unseren heutigen Verhältnissen verglichen, unerhört viel. Rom war damals eine Stadt von rund 800 000 Einwohnern, also nicht ganz so groß wie Hamburg und etwas größer als Köln, München, Leipzig und Dresden, Städte, die heute zwischen 14 und 19 öffentliche Bibliotheken besitzen.

MITTELALTER. — Die äußere Buchform des Altertums war die Rolle, die mittelalterliche und neuzeitliche Buchform ist der Kodex, also jene Form, mit der wir heute den Begriff „Buch" verbinden. Die Umwandlung der Rolle zum Kodex begann mit dem 3. Jh. n. Chr. und war mit dem 5. beendet. Das Jahrhundert, in dem sich das Christentum endgültig durchsetzte, das vierte, hat auch dem Kodex zum Sieg verholfen; und man geht gewiß nicht fehl, wenn man annimmt, daß zwischen beiden Bewegungen innere Zusammenhänge bestehen.

Die Umwandlung der äußeren Form war gleichzeitig mit einem Wechsel im Schreibstoff verbunden, indem der Papyrus durch das Pergament ersetzt wurde. Zwar hatte sich die Pergamenische Bibliothek, wie wir sahen, für ihre Rollen bereits in größerem Umfang des Pergaments bedient, und auch sonst war dem Altertum dieser Schreibstoff für Zwecke mehr praktischer Art geläufig, so für Notizen, literarische Entwürfe, Akten und ähnliches. Nun aber rückte das Pergament —

Digitized by Google

und das war das Entscheidende — zum offiziellen Schreibstoff für das Literaturwerk auf.

Die neue Buchform lehnte sich an die bekannten römischen Wachstäfelchen an, die paarweise durch Fäden zusammengehalten wurden. Ersetzt man das Täfelchenpaar durch ein gefaltetes Blatt und verbindet man mehrere ineinandergelegte Blätter in der Faltfläche durch einen Faden, so gewinnt man eine Blattlage und damit die Grundform des Kodex. Hierfür ließ sich aber das widerstandsfähige Pergament besser verwenden als der empfindliche Papyrus; es brauchte auch nicht erst aus dem fernen Ägypten bezogen zu werden und war sogar billiger.

Was von den Beständen der antiken Bibliotheken auf die Nachwelt kommen sollte, das mußte erstens von der Papyrusrolle auf den Pergamentkodex umgeschrieben werden, zweitens die Unruhen der Völkerwanderung überstehen und drittens schützende Aufnahme im Kloster finden. Daß unter diesen Umständen nur ein Bruchteil der geistigen Schätze des Altertums das „große Sterben der Antike" überdauerte, leuchtet ohne weiteres ein.

Die Klöster waren für die nächsten Jahrhunderte, ja für ein volles Jahrtausend die einzigen Stätten, wo Bücher gesammelt und wo sie durch Abschriften erneuert wurden. Mit den Klosterbibliotheken waren zu diesem Zweck Schreibstuben verbunden, die eine emsige und verdienstliche Tätigkeit entfalteten. Ausgangsstätte dieser klösterlichen Bibliotheksarbeit war das für die Erhaltung antiker Literatur vor allem wichtige kalabrische Kloster Vivarium am Golf von Squillace, Afrika gegenüber, das Cassiodor, der Kanzler des Ostgotenkönigs Theoderichs des Großen, „der letzte Römer und erste mittelalterliche Mensch", gegründet hatte. Mittelpunkte wurden: in Italien Monte Cassino und Bobbio; in Frankreich Luxeuil, Tours, Corbie, Fleury, Cluny; in England Cambridge, Canterbury, Durham, York und in Deutschland, das politisch und kulturell jetzt die Führung übernahm, St. Gallen und Reichenau in Schwaben, Regensburg und Tegernsee in Bayern, Fulda, Weißenburg und Lorsch in Franken sowie Corvey in Sachsen. Die frommen und fleißigen Mönche begnügten sich nicht nur mit der sorgsamen Abschrift, sie malten die Texte auch kunstvoll aus, mit Initialen, Randverzierungen und Bildern. Besonders Reichenau, Regensburg und Tegernsee waren berühmte Stätten einer solchen Buchkunst. Den gesunden und frischen Geist der klösterlichen Bibliothekskultur jener Zeit gibt treffend der bekannte Spruch des 12. Jh. wieder: „Claustrum sine armario quasi castrum sine armamentario".

Von den mittelalterlichen Klosterbibliotheken sind uns zahlreiche Kataloge erhalten, deren Bearbeitung und Herausgabe das Kartell der Deutschen Akademien übernommen hat. Danach weisen diese Bibliotheken durchweg eine Dreiteilung ihrer Bestände in biblische Schriften,

Digitized by Google

Schriften der Kirchenväter und weltliche Literatur auf. Statistisch können sie nicht eben mit hohen Zahlen aufwarten; die Reichenauer Bibliothek z. B. zählte im 9. Jh. 415, St. Emmeran in Regensburg im 10. Jh. 513 und Cluny im 12. Jh. 570 Bände. Das ist natürlich verschwindend wenig gegenüber dem üppigen Reichtum der Antike, selbst wenn man den vermehrten Inhalt des Kodex und das häufige Vorkommen von Sammelkodizes, die mehrere Schriften enthalten, in Rechnung stellt. Mehr Bücher hatten aber die äußeren Stürme der Zeit und den grundlegenden Wechsel der Weltanschauung nicht überdauert!

Ein besonderes Wort der Würdigung verdient noch das enge persönliche Verhältnis, in dem die Mönche zu den Büchern ihrer Bibliothek standen. In den meisten Fällen waren diese Bücher im Kloster selbst geschrieben worden und erbten sich von Generation zu Generation fort; und wo es sich um fremde Werke handelte, waren sie meist gegen selbstgeschriebene ausgetauscht. Das Buch aber, das der Klosterbruder in Wochen, Monaten, manchmal Jahren mühevoller Arbeit fertiggestellt hatte, war ihm natürlich ans Herz gewachsen. Und so verstehen wir, wenn er am Schluß des Buches um eine gute Behandlung desselben bittet. In besonders eindringlicher und rührender Weise begegnet uns diese Gewohnheit in einer karolingischen Handschrift des Klosters Corbie: „Ich bitte dich, lieber Freund, wenn du dieses Buch liest, halte deine Hand hinter den Rücken, damit du es nicht durch eine ungewollte Bewegung beschädigst; denn jemand, der sich nicht selbst mit Bücherschreiben abgegeben hat, ist leicht geneigt, die nötige Vorsicht außer acht zu lassen. Der Schreiber freut sich aber auf die letzte Zeile seines Buches, wie sich der Seemann auf den Hafen freut. Drei Finger halten beim Schreiben die Feder, aber der ganze Körper ist in Bewegung und arbeitet mit. Gott sei gedankt. Ich, Warembert, schrieb dieses Buch in Gottes Namen. Gott sei gedankt. Amen."

HUMANISMUS. — Mit Beginn des 14. Jh. wurde das Interesse an der antiken Welt wieder lebendig. Es entstand jene von Italien ausgehende geistige Bewegung, die wir als Renaissance oder Humanismus zu bezeichnen pflegen. Das Studium der lateinischen und griechischen Klassiker, die Beschäftigung mit den Wissenschaften überhaupt, damit aber auch die Bücherliebe und das Büchersammeln griffen über den Klosterfrieden hinaus in weltlich gelehrte Kreise, auf Männer wie Petrarca, Boccaccio und Poggio. Von Petrarca, der am Anfang dieser Bewegung steht, wird uns berichtet, daß er ein so leidenschaftlicher Bücherfreund gewesen sei, daß ihm die Bücher wie lebende Wesen waren, mit denen er Umgang pflog und sich unterhielt.

Was im 14. Jh. nur einige führende Persönlichkeiten vertreten hatten, das wurde im 15. Jh. Gemeingut größerer Kreise. Besonders die

Digitized by Google

Fürstenhöfe machten sich zu Trägern der neuen Bestrebungen, legten Büchersammlungen an und unterhielten wie die Klöster eigene Schreibstuben. So entstanden die ersten weltlichen Bibliotheken: bei den Medici in Florenz, den Montefeltre in Urbino, den Este in Ferrara, den Visconti und Sforza in Pavia, den Aragonesen in Neapel, bald auch außerhalb Italiens, so bei dem mit einer italienischen Prinzessin vermählten Ungarnkönig Matthias Corvinus, der, wie die Zeitgenossen scherzten, Pannonien zu einem zweiten Italien machen wollte; er war der Schöpfer der berühmten Corvina, deren prachtvoll ausgestattete Bände durch die mangelnden kulturellen Interessen seiner Nachfolger und die bald darauf einsetzende Türkenherrschaft in alle Winde zerstreut wurden. Allen voran aber wirkten die Mediceer, besonders Niccolo Niccoli, und mehr noch Cosimo, der auch Petrarca's Lieblingsgedanken einer großen öffentlichen Bibliothek verwirklichte, in der noch heute in ihrem alten Zustand erhaltenen Laurenziana, für die kein geringerer als Michelangelo die schöne mit der alten Kirche San Lorenzo verbundene Anlage schuf. Die Bibliothek erfreute sich solcher Pflege, daß sie bald 3000 Bände zählte, meist griechische und lateinische Klassiker; das war für die damalige Zeit erstaunlich viel, das Mehrfache von dem, was die größten mittelalterlichen Klosterbibliotheken ihr eigen nannten.

Von anderen, in der Zeit des Humanismus gegründeten Büchersammlungen sind vor allem zu nennen: die Vaticana in Rom, deren erste Anfänge weit früher zurückreichen, die aber damals unter den bücherliebenden Päpsten Nikolaus V. und Sixtus IV. neu gegründet wurde, und endlich als erste große Staatsbibliothek die spätere Bibliothèque Nationale in Paris, die gegenwärtig mit ihren 5 Millionen Bänden und 125000 Handschriften die größte Büchersammlung der Welt darstellt.

Die Bibliotheken des Humanismus unterscheiden sich von den Klosterbibliotheken einmal durch den universaleren Zug ihrer Bestände und dann durch das Prinzip der Öffentlichkeit; sie waren zu bestimmten Zeiten, wöchentlich vielleicht ein- oder zweimal, einige Stunden der Allgemeinheit oder wenigstens bestimmten Kreisen zugänglich, was, mit den heutigen Verhältnissen verglichen, freilich noch spärlich erscheint. In ihrer äußeren Form und in ihrer Einrichtung lehnten sie sich eng an die mittelalterlichen Klosterbibliotheken an. Man glaubt sich in einer Kirche zu befinden, wenn man eine der noch bestehenden Bibliotheken jener Zeit betritt, etwa die bereits genannte Laurenziana in Florenz oder die von Cesena unweit Bologna oder die des niederländischen Zutphen. Auf Bücherpulten, die wie Kirchenbänke aussehen und in der Regel zu beiden Seiten eines breiten Mittelganges aufgestellt sind, liegen die Kodizes. Sie sind mit Ketten, die sich keineswegs immer durch

Digitized by Google

eine zierliche Form auszeichnen, an die Pulte angeschlossen. Der Umstand der allgemeinen Zugänglichkeit schien nach der Meinung der damaligen Zeit eine solche Vorsichtsmaßnahme zu erfordern. Fast jede Handschriftensammlung nennt heute einige Exemplare solcher libri catenati ihr eigen. Mancher Bibliothekar unserer Tage wird gelegentlich beim Anblick der Unordnung, die rücksichtslose Benutzer in seinen Bibliotheksbeständen anrichteten, mit einem Stoßseufzer den Wunsch geäußert haben, daß doch der mittelalterliche Brauch der Ankettung noch heute bestände!

REFORMATION. — Zwei Faktoren sind es vor allem, die das neuzeitliche Buch- und Bibliothekswesen begründet haben: die Einführung des Papiers und die Erfindung des Buchdrucks. Die Kunst der Papierzubereitung ist eine alte chinesische Erfindung, die sich über den Orient ausbreitete und durch die Araber und die Kreuzzüge dem Abendland vermittelt wurde. Als Material diente zunächst zerkleinerter Baumbast, später zerstampfte Hadern, heute auch Surrogate wie Holz, Stroh und Espartogras. Ende des 13. Jh. wurde die erste deutsche Papiermühle in Ravensburg, Ende des 14. eine solche in Nürnberg errichtet, denen bald weitere folgten. Das Papier hatte vor dem Pergament den großen Vorzug, daß es in unbeschränkten Massen und zu geringeren Kosten hergestellt werden konnte, zu $^1/_3$, später sogar zu $^1/_6$ des Pergamentpreises oder noch billiger.

Sobald man den billigen Schreibstoff besaß, drängte förmlich alles dahin, an Stelle des langsamen und mühseligen handschriftlichen Kopierens der Bücher ein Verfahren zu erfinden, durch das man auf mechanischem Wege Bücher herstellen könnte. Und als Gutenberg schließlich das Rätsel gelöst hatte, breitete sich die neue Kunst mit einer unglaublichen Schnelligkeit aus. Das Buch, das bis dahin die Angelegenheit eines immer noch kleinen Kreises von Gelehrten und Bücherfreunden gewesen war, drang jetzt in die breiten Bürgerschichten und wurde eine Angelegenheit des Volkes.

Durch die praktischen Auswirkungen der Reformation traten große Umwälzungen im Bibliotheksbesitz ein. In nahezu zwei Dritteln des deutschen Landes wurden die Klöster und Stifte aufgehoben. Die zugehörigen Bibliotheken fielen entweder an die Landesfürsten, deren Macht mehr und mehr erstarkte, oder an die Städte, die in raschem Aufblühen begriffen waren, und wurden bald zur Vermehrung bestehender, bald zur Bildung neuer Bibliotheken verwendet. Aber auch manches wertvolle Schriftgut, das der Sammeleifer von Jahrhunderten zusammengetragen hatte, ging damals zugrunde, wurde sorglos verschleudert oder fiel religiöser Unduldsamkeit zum Opfer. Gegenüber diesen zerstörenden Wirkungen der Zeit soll auch der aufbauenden Bemühungen gedacht werden. Luther forderte in seinem Send-

Digitized by Google

schreiben an die Ratsherren aller Städte nachdrücklich zur Gründung „guter Bibliotheken oder Bücherhäuser" auf, namentlich in den großen Städten, die „solches wohl vermöchten". Seine Mahnung fand lebhaften Widerhall. Mit dem Erstarken der Gegenreformation setzten auch in den katholischen Gebieten Neugründungen und Umbildungen von Bibliotheken ein, um die sich besonders Männer wie Canisius Verdienste erwarben.

So erfuhr das deutsche Bibliothekswesen im Verlauf des 15. und noch mehr des 16. Jh. eine gründliche äußere und innere Umgestaltung. Damals entstanden in zeitlicher Folge die Landesbibliotheken von Darmstadt (Anf. 16. Jh.), Wien (1526), Dresden (1556), München (1558), Wolfenbüttel (1560) und Kassel (1580), die Stadtbibliotheken von Erfurt (1407), Nürnberg (1429), Mainz (1477, letztere wurde im 30jährigen Krieg von den Schweden entführt und ging vermutlich mit einem schwedischen Schiff in der Ostsee unter), Hamburg (1529), Augsburg (1532) und Danzig (1596), sodann die Universitätsbibliotheken von Greifswald (1456), Freiburg i. Br. (1457), Ingolstadt-München (1472), Königsberg (1525), Marburg (1527), Leipzig (1543), Jena (nach 1547), Heidelbergs berühmte „Palatina" (1556—59, Anfänge bereits 1390), Münster i. W. (1586) und Graz (1586). Welch eine stattliche Reihe von Gründungen, in katholischen Landen nicht minder als in protestantischen, welch eine Fülle geistigen Lebens, das sich da plötzlich regt! Alle diese Anstalten hatten von Anfang an oder doch bald nachher öffentlichen Charakter. Seit der spätrömischen Kaiserzeit, also seit einem vollen Jahrtausend, hatte es keine öffentlichen Bibliotheken gegeben. Das muß man bedenken, wenn man die Bedeutung der Bibliotheksschöpfungen jener Zeit in vollem Umfang würdigen will!

Manche der aufblühenden Sammlungen wurden allerdings durch den 30jährigen Krieg wieder vernichtet oder doch schwer geschädigt. So wanderte nach der Eroberung Heidelbergs durch Tilly (1622) die Palatina, mit mehr als 3½ Tausend Handschriften, über die Alpen, als Geschenk an den Papst; sie befindet sich noch heute als geschlossene Abteilung in der Vaticana, bis auf 800 deutschsprachige Handschriften, die 1816/17 auf Verwendung Österreichs und Preußens nach Heidelberg zurückgegeben wurden. Auf der anderen Seite trug Gustav Adolf ebensowenig Bedenken, aus den zahlreichen deutschen Städten, in die er auf seinen Kriegszügen kam — sei es das schon erwähnte Mainz oder Erfurt, Breslau oder Braunsberg, Bamberg, Würzburg oder München, um einige der hauptsächlichsten Orte zu nennen —, die wertvollsten Bestände über die Ostsee zu entführen, um damit die bibliotheksarmen schwedischen Städte und Universitäten, besonders Uppsala, auszustatten; die Tatsache, daß er sich vorher durch Kronjuristen die Rechtmäßigkeit seines Vorgehens bestätigen ließ, zeigt, daß er ein guter Psychologe und ein kluger Politiker war, vermag uns heute aber nur ein

Digitized by Google

Lächeln abzugewinnen. Sollten indes jene deutschen Handschriften und Bücher mit dazu beigetragen haben, den Grund für die prachtvolle deutschfreundliche Gesinnung zu legen, die das schwedische Volk seitdem so oft und besonders im Weltkrieg bewiesen hat, so wollen wir diesen Verlust gern in Kauf nehmen. Der Geist der Bücher wirkt fort und fort durch die Jahrhunderte!

AUFKLÄRUNG. — Im Zeitalter der Aufklärung, in dem politisch ruhigere und wirtschaftlich günstigere Verhältnisse obwalten, setzt sich mit dem allmählichen Aufschwung der Wissenschaften auch die Aufwärtsbewegung der Bibliotheken fort. Es ist die Zeit, in der die meisten Akademien gegründet werden. Sie gibt der Entwicklung des Bibliothekswesens eine betont wissenschaftliche Richtung und schafft schließlich den Typus der öffentlichen wissenschaftlichen Bibliothek.

Wenn uns das 17. und 18. Jh. auch mit neuen wertvollen Büchersammlungen beschenkt haben — ich will aus dem Dutzend namhafter Neugründungen nur die Universitätsbibliothek Göttingen und die heutige Preußische Staatsbibliothek nennen, die der Große Kurfürst 1659 durch eine im Hauptquartier des dänischen Viborg unterzeichnete Order schuf, „mitten im Schlachtenlärm und im Siegeslauf", wie der Chronist emphatisch berichtet —, so galten die Bemühungen im allgemeinen doch mehr der Fortentwicklung und dem Ausbau des Bestehenden.

Für die durch den Zuwachs an gedruckten Büchern riesig angewachsenen Bibliotheksbestände reichte das mittelalterliche Pultsystem der Bibliotheksanlage nicht mehr aus. Es machte einem neuen System, der Saalbibliothek, Platz. Entsprechend der Menge der unterzubringenden Bücher und dem vorgesehenen Zuwachs wurden hohe, geräumige Säle geschaffen und diese rings an den Wänden mit Büchergestellen versehen, die die Bestände aufnahmen. Wuchs die Zahl der Bücher weiter, so wurden die Gestelle höher und höher hinaufgeführt und die oberen Reihen durch Leitern, später durch Galerien zugänglich gemacht. Die Bibliothek bestand in der Hauptsache aus einem einzigen großen Saal, der gleichzeitig Magazin, Lesesaal und Verwaltungszimmer darstellte. Der lichte Raum in der Mitte diente, da er von Personal und Benutzern nur zum geringen Teil in Anspruch genommen wurde, als Schausaal. Hier wurden Büsten von Landesherren, Bibliotheksgründern, Dichtern und Gelehrten aufgestellt sowie Vitrinen mit Stichen und Münzen, deren Sammlungen vielfach den Bibliotheken angegliedert waren. Man konnte hier ferner alte Globen und denkwürdige Instrumente betrachten, wie Leibnizens Rechenmaschine in Hannover und von Guerickes Luftpumpe in Berlin, außerdem nach dem Geschmack der Zeit Raritäten und Kuriositäten, die eher in ein Museum oder ein

Digitized by Google

Naturalienkabinett gehörten. Die Saalbibliotheken stellen bis tief ins 19. Jh. hinein die herrschende Bibliotheksanlage dar. Sie sind uns sehr zahlreich erhalten, besonders aus dem Barock, das diese Form in herrlicher Weise ausgestaltet hat. Ich darf hier an manche süddeutschen und österreichischen Stifts- und Klosterbibliotheken erinnern, etwa an Ottobeuren, Waldsassen und Metten, an Melk, Göttweig, Admont und Klosterneuburg, vor allem aber an den wundervollen Barocksaal der Wiener Nationalbibliothek, den man als den schönsten Bibliothekssaal der Welt bezeichnet hat.

Der bibliothekarische Dienstbetrieb ließ allerdings damals, mit den heutigen Verhältnissen verglichen, noch manches zu wünschen übrig. Die Vermehrung der Bestände war eine mehr zufällige und beruhte fast ausschließlich auf gelegentlichen Geschenken. Laufende Mittel für Anschaffungen standen kaum zur Verfügung, und wo es ausnahmsweise einmal der Fall war, flossen sie aus sonderbaren Quellen, wie etwa in Berlin aus den Gebühren, die ungeduldige Brautpaare zu entrichten hatten, die von dem vorgeschriebenen mehrmaligen Aufgebot befreit werden wollten. Eine Öffentlichkeit in der Benutzung bestand schon im Grundsatz, war aber praktisch sowohl hinsichtlich des Kreises der Zugelassenen wie der Zahl der Öffnungsstunden noch stark beschränkt und vielfachem Wechsel unterworfen, auch nicht selten in das Ermessen des Bibliothekars gestellt. Benutzer wie Aufsichtsbehörden fanden kaum etwas dabei, wenn gelegentlich der Bibliothekar den ganzen Winter über die Anstalt geschlossen hielt „aus Rücksicht auf seine Gesundheit", wie er es formulierte, oder wenn er in einem Rechenschaftsbericht mit Genugtuung feststellte, daß durch Kürzung der Öffnungszeiten „dem vormaligen übermäßigen Zulauf bestmöglichst gesteuert" worden sei.

Der erste, der gegenüber diesen mehr oder weniger zeitgebundenen Anschauungen Wesen und Wirken der Bibliothek mit festen Strichen umriß, der die Bibliothek als ein für die Öffentlichkeit bestimmtes und durch öffentliche Mittel zu unterhaltendes Institut erklärte, das für den Staat und die Gesellschaft ähnliche Aufgaben zu erfüllen habe wie Kirche und Schule, war der große Philosoph Leibniz, seines Zeichens hannöverischer und wolfenbütteler Bibliothekar. Und die erste Anstalt, die Leibnizens Ideen in die Wirklichkeit umsetzte, war die berühmte Universitätsbibliothek zu Göttingen. Göttingen verfügte von Anfang an über einen festen Vermehrungsfonds, schuf als erste eine den Bedürfnissen der Praxis entsprechende Ordnung in den Bücherbeständen und Katalogen und war täglich mehrere Stunden für jedermann geöffnet, sowohl zum Lesen wie zum Entleihen. Wenige Jahrzehnte nach ihrer Gründung, gegen Ende des 18. Jh., stand die Bibliothek mit ihren 200 000 Bänden hinsichtlich ihrer Größe, noch mehr aber ihrer Zugänglichkeit an der Spitze aller deutschen An-

Digitized by Google

stalten. Sie genoß den wohlerworbenen Ruf, „die gemeinnützigste und am meisten benutzte Bibliothek der Welt zu sein". Deutsche wie ausländische Anstalten nahmen ihre Einrichtungen zum Vorbild. Das wissenschaftliche Bibliothekswesen der heutigen Zeit bedeutet im wesentlichen die Übernahme und Weiterentwicklung der von Göttingen geschaffenen Zustände.

19. JAHRHUNDERT. — Im 19. Jh. erfolgte durch den Reichsdeputations-Hauptschluß von 1803 eine erneute große Umschichtung im Bibliotheksbesitz, die besonders Süddeutschland betraf. Die Bayerische Staatsbibliothek nahm damals die Bestände von 150 Klosterbibliotheken auf und begründete ihren Vorrang an Handschriften und alten Drucken, der ihr wohl kaum jemals streitig gemacht werden kann. Besitzt sie doch nahezu die gesamte ältere deutsche Dichtung und wissenschaftliche Literatur in Originalen oder Erstdrucken!

Dazu setzte, namentlich in der zweiten Hälfte des 19. Jh., eine außergewöhnlich starke Vermehrung der Bücherproduktion ein. Die 4 000 Buchhandelsveröffentlichungen des Jahres 1800 sind bis 1850 auf das Doppelte, bis 1900 sogar auf das Fünffache gestiegen, eine natürliche Folge und Wechselwirkung der Erweiterung der Volksbildung und der fortschreitenden Spezialisierung der Wissenschaften. Wie sollten die Bibliotheken, die seit jeher an der, man möchte sagen, chronischen Krankheit leiden, daß sie in dem Augenblick, wo sie fertig werden, fast schon wieder zu klein sind — die Bibliothek des Deutschen Museums macht hierin eine rühmliche Ausnahme —, eines derartig vermehrten Zuwachses Herr werden? Die Saalbibliotheken, und wenn sie noch so groß angelegt waren, boten für die Unterbringung schließlich und verhältnismäßig bald Grenzen. Aber die Not machte die Bibliothekare erfinderisch; man „erfand" eine völlig neue Unterbringungsmöglichkeit, das sogenannte Magazinsystem. Die Idee rührt von dem genialen Leiter des Britischen Museums Panizzi her, einem italienischen Emigranten und ehemaligen Garibaldikämpfer, der auch den weltbekannten runden Lesesaal des Britischen Museums schuf. Auch im Bibliothekswesen stammen gute Gedanken häufig von Männern, die sich früher mit ganz anderen Dingen beschäftigt haben!

Das Charakteristische an dem neuen System besteht darin, daß Bücherbestände und Verwaltungsgeschäfte aus dem Bibliothekssaal entfernt sind. Dieser dient nunmehr ausschließlich den Benutzern als Arbeitsraum und ist zu diesem Zweck mit einer Handbibliothek der gebräuchlichen Nachschlagewerke ausgestattet. Die Bücher als solche sind in besonderen Magazinräumen untergebracht, die aus so niedrigen Geschossen bestehen, daß auch die obersten Regale sich noch in Reichhöhe befinden. Das Magazinsystem verzichtet mehr oder weniger auf architektonische Wirkungen, besitzt aber die praktischen Vorzüge, daß

Digitized by Google

es in hervorragender Weise für die Anforderungen des heutigen Betriebes sich eignet, ferner raumsparend und leicht erweiterungsfähig ist. Es hat sich seit seiner ersten Anwendung beim Britischen Museum im Jahre 1853 rasch Bahn gebrochen und beherrscht heute das gesamte Bibliothekswesen.

Neben der modernen Bibliotheksanlage hat uns das 19. Jh. auch die Selbständigkeit des bibliothekarischen Berufs gebracht. Die seit dem Aufblühen der öffentlichen Bibliotheken bestehende Personalunion zwischen Universitätsprofessor und Bibliothekar ließ sich bei den wachsenden Anforderungen nicht mehr aufrecht erhalten. Die Aufgaben erforderten eine volle Kraft und einen ganzen Mann. Seit den 70er Jahren sterben die Professoren-Bibliothekare mehr und mehr aus; heute sind alle großen und mittleren Anstalten hauptamtlich von Berufsbibliothekaren verwaltet. Seit Ende des Jahrhunderts hat sich eine festgeregelte bibliothekarische Laufbahn gebildet, sowohl für den höheren wie für den mittleren Dienst, mit abschließenden Staatsprüfungen an den Hauptausbildungsstätten Berlin, München und Leipzig. Von stärkstem Einfluß auf die bibliothekarische Ausbildung und Berufsauffassung aber war Milkaus berühmter Aufsatz über „Die Bibliotheken" in der „Kultur der Gegenwart" (1906); an seinen richtungweisenden Ausführungen hat sich die ganze junge Generation gebildet.

Die wachsenden kulturellen Bedürfnisse der Nation und die sozialen Tendenzen der Zeit stellten der wissenschaftlichen Bibliothek seit den 90er Jahren einen neuen Bibliothekstyp an die Seite, die Volksbücherei. Sie will das Erziehungswerk der Schule fortsetzen. Mit nimmermüdem Eifer wirbt sie in Wort und Schrift, besonders durch Herausgabe sorgfältig zusammengestellter Auswahlkataloge, für das wertvolle Buch, um nach dem amerikanischen Programm „the best reading for the largest number at the least cost" zu vermitteln. Die Bewegung hat sich in den vier Jahrzehnten ihres Bestehens über ganz Deutschland ausgebreitet; heute besitzen wir 950 Haupt- und Zweigstellen von Volksbüchereien.

GEGENWART. — Von den Bibliotheksschöpfungen des 20. Jh. nenne ich wegen ihres neuartigen Charakters nur jene, die in erster Linie den gesamtdeutschen Interessen dienen, in deren Kosten sich deshalb auch meist Reich, Staat und Stadt nach einer vereinbarten Schlüsselung teilen. In diese Reihe gehört die Bibliothek des Deutschen Museums (1903), als Zentrale der naturwissenschaftlich-technischen Literatur, ferner die Deutsche Bücherei in Leipzig (1912), die gegenüber der mehr oder weniger beschränkten Sammlung der deutschen Literatur seitens der Landes-, Universitäts- und Stadtbibliotheken die Aufgabe hat, das Schrifttum der gesamten Nation zu er-

Digitized by Google

fassen, sodann die Bibliothek des Deutschen Ausland-Instituts in Stuttgart (1917), die die Literatur über das erst in jüngster Zeit gebührend gewürdigte Grenz- und Auslanddeutschtum pflegt.

Die Bibliotheken haben in den letzten Jahrzehnten ihren inneren und äußeren Betrieb ständig verbessert. Auf Einzelheiten einzugehen ist hier nicht möglich, ich will nur einige der Gemeinschaftsarbeit dienende Einrichtungen namentlich anführen, wie den Sammelkatalog Deutscher Bibliotheken in Frankfurt a. M. (1891), die Preußische Katalogisierungsinstruktion (1892), den Preußischen Gesamtkatalog (1895,) das Auskunftsbüro der Deutschen Bibliotheken (1905), die Bibliographische Auskunftstelle der Deutschen Bücherei (seit 1915), den Deutschen Leihverkehr (1924) und die Deutsche Nationalbibliographie (1931).

Was den äußeren Betrieb betrifft, so hat - - und hier geht wieder Amerika voraus — die Technik alles aufgeboten, um zur Erleichterung und Beschleunigung der Bibliotheksgeschäfte beizutragen, patentierte Büchergestelle und Karteikästen, Aufzüge und Paternosterwerke, Rohrpostanlagen, elektrische Bücherbahnen usw. und hat diese Einrichtungen ständig verbessert. Mit Hilfe dieser technischen Mittel, die in Deutschland wegen der Ungunst der Zeiten noch nicht in vollem Maße zur Auswirkung gekommen sind, sind die amerikanischen Bibliotheken heute in der Lage, ihre Bücherbestellungen vielfach in 7 bis 8 Minuten zu erledigen. In den Vereinigten Staaten wetteifern die einzelnen Anstalten miteinander, Durchschnittszeiten um Minuten und Bruchteile von Minuten zu verbessern. Bedenkt man weiter, daß die großen amerikanischen Bibliotheken durchweg ohne Unterbrechung von 8 Uhr früh bis 10 oder gar 11 Uhr abends und auch an Sonntagen geöffnet sind, so ergeben diese Feststellungen, daß wir bei unserem manchmal etwas gemächlichen Arbeitstempo und unseren oft kleinlich über die Woche verteilten Öffnungszeiten von Amerika lernen können und lernen müssen.

Das Verhältnis des heutigen Bibliothekars zum Publikum ist beherrscht oder soll beherrscht sein von dem Geiste des Entgegenkommens und der Hilfsbereitschaft, von dem an sich selbstverständlichen Gedanken, daß die Bibliothek für die Benutzung und für die Benutzer da ist. Neben dieser Eigenschaft der Humanität, wenn ich so sagen darf, und einem ausgeprägten Ordnungssinn, der durch die große, stets wachsende Menge der jederzeit nachweisbar zu haltenden Bücher bedingt wird, muß der moderne Bibliothekar vor allem praktische Verwaltungsgabe und Organisationsvermögen besitzen, verbunden mit einem aufgeschlossenen Sinn für die wissenschaftlichen und kulturellen Erfordernisse der Zeit. Soll er doch der lebendige Vermittler sein zwischen dem geistigen Leben der Gegenwart und dem der Ver-

Digitized by Google

gangenheit, das die Bibliothek in ihren Beständen birgt! Je mehr er diese Berufseigenschaften aufweist, um so leistungsfähiger wird die Anstalt sein, an der er wirkt. Sevensmas schönes Wort „The staff is the library not the books" besteht durchaus zu Recht!

Deutschland, das traditionelle Land der Bibliotheken, besitzt heute alles in allem 2 800 öffentliche oder beschränkt öffentliche Bibliotheken mit einem Gesamtbestand von 55 Millionen Bänden. Die deutsche Bücherproduktion, die in der Hauptsache diesen Beständen die notwendige Ergänzung und Erneuerung zuzuführen hat, beträgt jährlich zwischen 30 000 und 35 000 Neuerscheinungen des Buchhandels, zu denen, wie die Deutsche Nationalbibliographie zeigt, nahezu noch ebensoviel Schriften kommen, die außerhalb des Buchhandels erscheinen.

Hinsichtlich ihres Charakters sind die Bibliotheken äußerst mannigfaltig; es lassen sich aber aus der Gesamtheit bestimmte Typen herausheben, zunächst die beiden Hauptgruppen der wissenschaftlichen Bibliotheken und der Volksbüchereien, sodann eine Reihe von Untergruppen: Staats- und Landesbibliotheken, Universitäts- und Hochschulbibliotheken, Provinzial- und Stadtbibliotheken, Behörden- und Parlamentsbibliotheken, Vereins- und Schulbibliotheken, Spezial- und Fachbibliotheken usw. Jede Gruppe hat ihr eigenes Gesicht und ihren eigenen Aufgabenkreis, der mit dem der anderen oft wenig Berührungen aufweist. Und innerhalb ein und derselben Gruppe gehen die einzelnen Anstalten wiederum in ihren Zielen und Zwecken oft weit auseinander. So erscheint das moderne Bibliothekswesen als ein vielgestaltiger, äußerst komplizierter Organismus, dessen Wesen und Wirken im einzelnen hier nur angedeutet werden kann.

Aus der Gesamtheit der nahezu 3 000 deutschen Bibliotheken ragen 120 Anstalten mit Beständen über 100 000, 18 mit Beständen über 500 000 und 3 mit Beständen von 1 Million Bänden und darüber hervor; die letzteren sind die Staatsbibliotheken von Preußen und Bayern und die Deutsche Bücherei in Leipzig. Die Besonderheit des politischen Lebens in Deutschland mit seinen Einzelstaaten hat die Bildung einer ausgesprochenen Nationalbibliothek, wie sie etwa Frankreich besitzt, nicht aufkommen lassen. Nimmt man aber die drei großen Institute von München mit seiner besonderen Stärke an älterer deutscher Literatur, Berlin mit seinen ungewöhnlich reichen fremdsprachigen Beständen und Leipzig mit seiner vollständigen Sammlung der deutschen Gegenwartsliteratur zusammen, so hat man die wahre deutsche Nationalbibliothek.

Damit, meine sehr verehrten Damen und Herren, haben wir unseren bibliothekarischen Ausflug durch die Jahrhunderte beendet. Er hat uns von Ninive nach München und von Sardanapal zu Oskar von Miller geführt. Lassen Sie mich Ihnen für die freundliche Anteil-

Digitized by Google

nahme, mit der Sie meinen Ausführungen gefolgt sind, vielmals danken.

Noch ein kurzes Wort zum Schluß. Die vorhin erwähnten 55 Millionen Bibliotheksbände entsprechen einer Bevölkerung von 63 Millionen Einwohnern, so daß auf jeden Kopf nicht ganz ein Band kommt. Die Städte sind mit Bibliotheken natürlich reicher bedacht als das flache Land, und die großen Städte wieder reicher als die kleinen. An der Spitze aller deutschen Städte aber steht mit seinem Bibliotheksbesitz, sofern man ihn in ein Verhältnis zur Bevölkerung setzt, München, wo 6,2 Bibliotheksbände auf den Kopf der Einwohner entfallen, während Berlin nur 2,3 Bände zählt und selbst die alte Buchstadt Leipzig sich mit 4,6 Bänden zufrieden geben muß. Das Buch, das im Münchener Stadtwappen der Mönch in der Hand trägt, worauf unlängst der gegenwärtige Erste Vorsteher des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler Dr. Fr. Oldenbourg als Münchener Bürger mit Stolz hingewiesen hat, dieses Buch ist nicht nur äußerer Schmuck, sondern Symbol: Hinsichtlich seines Bibliotheksbesitzes ist München der Vorort der deutschen Bibliotheken, eine Stellung, die ehrt, ganz besonders in dem bibliotheksreichen Deutschland, die aber auch — verpflichtet.

Zu der großen vornehmen Bayerischen Staatsbibliothek mit ihrer glanzvollen Tradition und ihrem kraftvollen Wirken in der Gegenwart, zu den lebendigen, hervorragend verwalteten Bibliotheken der Universität und der Technischen Hochschule, zu der jungen, rührigen Stadtratsbibliothek — um nur die bekanntesten Anstalten zu nennen — tritt nunmehr als neuer wichtiger Faktor die Bibliothek des Deutschen Museums in einem schönen, beneidenswerten Haus, in ihrer Anlage und ihrem Aufgabenkreis einen neuen Bibliothekstyp darstellend. Möge sie sich in edlem Wettstreit mit den Schwesteranstalten entwickeln, zur stolzen Genugtuung ihres hochverdienten, allseitig verehrten Schöpfers und zur Freude aller Freunde und Förderer des Deutschen Museums! Möge sie mit dazu beitragen, den alten Ruhm der Bibliotheksstadt München zu erhalten und zu mehren!

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, **Wege und Ziele des Deutschen Museums.**
Heft 2: Zenneck, **Heinrich Hertz.** (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, **Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.**
Heft 4: Erhard, **Der Weg des Geistes in der Technik.**
Heft 5: v. Miller, **Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.**
Heft 6: Stenger, **Geschichte der Photographie.**

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, **Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft.** (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, **Der Ehrensaal des Deutschen Museums.**
Heft 3: Anselm, **Die Stubaier Kleineisenindustrie.**
Heft 4: Tanzer, **Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.**
Heft 5: Straube, **Christian Peter Wilhelm Beuth.**
Heft 6: Moll, **Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.**

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, **Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.**
Heft 2: Kulenkampff, **Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.**
Heft 3: Cranz und von Eberhard, **Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.** (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 4: Enderlein, **Sächsische Zinnbergwerke.**
Heft 5: Fuchs, **Die Entwicklung des Fernsehens.**
Heft 6: Strieder, **Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.**

4. Jahrgang (1932)

Bis Oktober erschienen:

Heft 1: Cohn, **Faraday und Maxwell.**
Heft 2: Weinreich, **Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.**
Heft 3: **Carl von Linde zum 90. Geburtstag.**
Heft 4: Berdrow, **Alfred Krupp.**
Heft 5: Uhlendahl, **Bibliotheken gestern und heute.**

Der vollständige Jahrgang kostet in Leinen gebunden RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4,50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

EHRENRAUM IN DER BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS

AUSGABE IN DER BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS

Digitized by Google

L Munich

APR 6

EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von
naturwissenschaft und technik

ERINNERUNGEN

AN DIE INTERNATIONALE ELEKTRIZITÄTS-AUSSTELLUNG
IM GLASPALAST ZU MÜNCHEN IM JAHRE 1882

VON

OSKAR v. MILLER

DI-VERLAG GMBH / BERLIN NW

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1,—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50,
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Werktagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
JÄHRLICH 6 HEFTE IN ZWANGLOSER FOLGE

4. JAHRGANG HEFT 6

ERINNERUNGEN

AN DIE INTERNATIONALE ELEKTRIZITÄTS-AUSSTELLUNG IM GLASPALAST ZU MÜNCHEN IM JAHRE 1882

VON

OSKAR v. MILLER

1 9 3 2

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Triasdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

Erinnerungen
an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882

Von Oskar v. Miller, München

Gerne folge ich der freundlichen Aufforderung der beiden Herren Schriftleiter dieser Blätter, Geheimrat Zenneck und Professor Matschoß und möchte in den nachfolgenden Zeilen aus meinen Erinnerungen an die Münchener Elektrizitäts-Ausstellung einiges erzählen.

Vorgeschichte der Ausstellung. — Meine Erinnerungen gehen zurück bis auf einen Sonntagvormittag im August des Jahres 1881, an welchem bei einem Frühschoppen der Herren der Generaldirektion der Verkehrsanstalten in der Regensburger Wurstküche einer meiner Kollegen von einem Artikel in der Augsburger Allgemeinen Zeitung erzählte, in welchem von den Wundern einer elektrischen Ausstellung in Paris berichtet wurde. Der spätere Generaldirektor Ebermeier machte damals den Scherz, das sei etwas für den Oskar Miller, dem ja der Dienst in Bayern doch viel zu ruhig sei. Ich nahm den Scherz vollständig ernst auf, fragte noch denselben Sonntagnachmittag meinen Vater, ob er erlauben würde, daß ich zu der Ausstellung nach Paris fahre und ging am Montag zum Regierungspräsidenten Freiherrn v. Pfeufer, um ihn um die Gewährung eines vier- bis sechswöchentlichen Urlaubs zu bitten. Als er erklärte, daß so ein langer Urlaub überhaupt nicht bewilligt werden könnte, bat ich ihn, trotzdem ich damals erst 26 Jahre alt war und nur eine Stellung als Praktikant beim bayerischen Staat inne hatte, er möge mich als bayerischen Kommissär nach Paris senden, und als er erklärte, er wisse gar nicht, mit welcher Mission er mich zu betrauen hätte, da weder mich noch die Regierung von Oberbayern die Elektrizität etwas anginge, erbat ich den Auftrag, mich zur Information über die Aussichten der Ausnützung der bayerischen Wasserkräfte zur Erzeugung von Elektrizität nach Frankreich zu entsenden. Pfeufer war zwar sehr erstaunt über meinen Vorschlag, erklärte sich aber einverstanden und gab mir nicht nur den Urlaub, sondern auch die nötigen Empfehlungen vom Ministerium, so daß ich Anfang September als bayerischer Kommissär nach Paris fuhr, wo bereits Professor von Beetz als Vertreter der Hochschule und Ingenieur Uppenborn als Vertreter der Zeitschrift für angewandte Elektrizität anwesend waren.

Digitized by Google

Pariser Ausstellung. — Der Eindruck der Ausstellung war überwältigend. Die Beleuchtung übertraf jede Vorstellung. Die Edison-Glühlichter, die im Gewölbe des Saales und im Treppenhaus angebracht waren, strahlten wie Tausende von Sternen von der Decke, die Bogenlampen von Brush, Siemens und Hefner-Alteneck verbreiteten ein bis dahin unbekannt starkes Licht, welches von einem der bedeutendsten Naturforscher dieser Zeit als dem Sonnenlicht ähnlich bezeichnet wurde. Die Kerzen von Jablochkoff imponierten durch ihre Einfachheit und die lampe soleil von Clerk, welche mit dem glühenden Marmorblock eine Bildergalerie erhellte, gab ein besonders schönes und angenehmes Licht. Alles dies erschien wunderbar und märchenhaft. Das allergrößte Aufsehen aber erregte doch eine Glühlampe von Edison, die man mit einem Schalter anzünden und auslöschen konnte, an welcher die Menschen zu Hunderten anstanden, um selbst diesen Schalter einmal bedienen zu können.

Neben der Beleuchtung erregte das allergrößte Erstaunen der Besucher die telefonische Übertragung aus der Oper. Unsere heutige Generation, die von Jugend an das Telefon gewöhnt ist, kann sich keine Vorstellung machen, welche geisterhafte Überraschung es war, als man am Telefon Sänger und Instrumente sowie das Klatschen des Publikums vernahm. Außer dem Telefon waren interessante Neuerungen auf dem Gebiete des Telegrafen- und Signalwesens ausgestellt, wovon ich insbesondere einen Fernschreibeapparat von Edison erwähnen möchte, bei dem es nur nötig war, mittels eines harten Stiftes auf einen Papierzettel eine Meldung zu schreiben, von welcher dann der Apparat an die Empfangsstation eine genaue Kopie lieferte. Ein solcher Fernschreibeapparat war damals zwischen New York und Philadelphia bereits im Betrieb.

Einen großen Teil der Austellung nahmen die elektrischen Dynamomaschinen ein. Von den zahlreichen und verschiedenen Systemen seien hier erwähnt die Maschinen von Gramme, Siemens, Hefner-Alteneck, Schuckert, Brush, Weston und vor allem die von Edison ausgestellte „Jumbo", welche mit ihrer Leistung von 150 PS damals als die größte dynamo-elektrische Maschine der Welt gebührend bestaunt wurde.

Mich interessierten neben den Maschinen insbesondere die Versuche der elektrischen Kraftübertragung, welche zwar nicht sehr zahlreich waren, unter denen aber namentlich jene von Marcel Deprez durch ihre Einfachheit auffielen. Einen tiefen Eindruck machte damals auf mich ein Vortrag, den Deprez in der Société des Ingenieurs Civils in Paris hielt, in welchem er nachzuweisen versuchte, daß man eine beliebig große Kraft auf beliebig weite Entfernung mit beliebig dünnem Draht und großem Nutzeffekt übertragen könne, wenn man nur die elektrische Spannung hoch genug wählen würde. Diese rein

Digitized by Google

theoretisch erscheinende Betrachtung hatte in der damaligen Sitzung großen Widerspruch gefunden, weil man sie in diesem Gremium für eine zur Besprechung nicht geeignete Utopie hielt.

Als Anwendungsgebiete der Elektrizität sah man damals schon vielversprechende Anfänge der meisten uns jetzt ohne Elektrizität nicht mehr denkbaren Wirtschaftszweige. So ist insbesondere die von Siemens ausgestellte elektrische Trambahn zwischen dem Place de la Concorde und dem Palais de l'Industrie zu erwähnen. Das Schmelzen schwerflüssiger Metalle mittels Elektrizität wurde bereits gezeigt, und schon die Anfänge einer öffentlichen Elektrizitätsversorgung, welche von Edison in New York von der Pearl-Street-Station durchgeführt wurden, waren bekannt.

Eine besonders große Bedeutung kam der Pariser Ausstellung auch deshalb zu, weil während ihrer Dauer zahlreiche Kongresse und Diskussionsabende stattfanden, an denen die bedeutendsten Elektrotechniker der damaligen Zeit teilnahmen. Bei diesen Besprechungen wurde u. a. auch das heute übliche elektrische Maßsystem für Spannung, Widerstand, Stromstärke, Leistung und Kapazität festgesetzt und den einzelnen Meßwerten die uns bekannten Namen berühmter Elektrotechniker zuerkannt.

Begeistert kehrte ich von all den Wundern, die ich gesehen hatte, nach München zurück und schloß den an meine vorgesetzte Behörde einzureichenden Reisebericht mit den Worten:

„Möge auch in Bayern dieses neue Gebiet der Technik in jeder Weise unterstützt werden, damit das Volk die Vorteile genießen könne, welche die Anwendung des elektrischen Stromes bietet, damit der Staat Nutzen ziehen könne aus dem Kapital, das er in seinen bisher ungenützten Wasserkräften besitzt."

Direkte Vorbereitung der Münchener Ausstellung. — Im Februar 1882 erstatteten Professor von Beetz im Polytechnischen Verein und ich im Architekten- und Ingenieurverein Bericht über das auf der Pariser Ausstellung Gesehene. Professor Beetz, ein ausgezeichneter Redner, begeisterte seine Zuhörer und auch ich vermochte im Architekten- und Ingenieurverein Interesse zu erregen, da ich nicht von schwierigen technischen Problemen, sondern nur von den Wundern der Elektrotechnik sprechen konnte. Der Erfolg war, daß die Mitglieder beider Vereine auch elektrische Lampen und Motoren sehen wollten und daß sie auch versuchen wollten, ob man mit den Telefonen wirklich hören könne.

Ich verhandelte mit dem Maschinenfabrikanten Landes, mit dem Ziele, daß er eine Lokomobile zur Verfügung stellen möchte, mit Schönemann und Einstein wegen leihweiser Überlassung von

Digitized by Google

elektrischen Maschinen und mit Zettler über die Beschaffung von Telefonen. Den Saal des Kolosseums hatte ich zu mehrtägigen Vorführungen erhalten, und so konnte ich den Antrag stellen, es sollen elektrotechnische Versuche im Kolosseumssaal gezeigt werden.

Der Antrag wurde an einem Sonntagvormittag besprochen. Alle Mitglieder der Versammlung waren einig, daß diese Vorführungen ausgeführt werden müßten. Nur ich mußte dagegen sprechen, weil mein Vater, als ich ihm über die geplanten Versuche berichtete, zu mir sagte: „Das sind keine Vorführungen, die ein Bild von der Elektrotechnik geben könnten; wenn Du nichts Ordentliches machen kannst, dann mache lieber gar nichts. Wenn Du aber etwas machen willst, was sich an die Pariser Ausstellung anreihen kann, dann mußt Du den Glaspalast dazu nehmen."

Der Gedanke war verlockend. Aber anfangs kamen doch Bedenken, ob man eine so weitgehende Idee auch wirklich durchführen könne. Schließlich erhielt ich den Auftrag, zu versuchen, ob eine Ausstellung im Glaspalast wirklich durchführbar wäre.

Die erste große Schwierigkeit bestand in meiner Person. Ich war ein 26jähriger Praktikant. Wie sollte ich Mitarbeiter und Gönner und Förderer für einen solchen Plan finden? Ich ging zu Professor von Beetz und bat ihn, das Präsidium der Ausstellung zu übernehmen. Er willigte ein, und damit war die Sache gewonnen. Sein Name bürgte für die wissenschaftliche Bedeutung und für die gediegene Durchführung des Planes.

Die ersten Männer der Wissenschaft, wie Professor Jolly, die Spitzen der Behörden, der Bürgermeister der Stadt München, Hofrat von Ehrhardt, große Techniker und Künstler stellten sich zur Verfügung.

Mitte März war das Komitee gebildet. Professor von Beetz war 1. Präsident, Kommerzienrat Friedrich Hähnle 2. Präsident, zu Schriftführern wurden Architekt Ritter von Schmädel, welcher gute Verbindungen zur Presse hatte und dem in erster Linie die künstlerische Gestaltung und Verwertung des gebotenen Materials oblag, und ich für den technischen Teil der Ausstellung bestimmt.

Das allgemeine Programm der Ausstellung wurde ausgearbeitet, und es sollte schon nach sechs Monaten, am 16. September, die Ausstellung eröffnet werden. In der ersten Sitzung, in der das Programm vorgelegt wurde, brachte Edelmann die Mitteilung, daß zur gleichen Zeit auch eine elektrotechnische Ausstellung in Wien stattfinden solle und daß die Vorbereitungen hierzu im vollen Gange seien.

Es war unmöglich, zwei elektrotechnische Ausstellungen gleichzeitig zu halten, und die Münchener Ausstellung, welche nicht über so große Mittel verfügte wie die Wiener, konnte nicht

Digitized by Google

nach der Wiener Ausstellung stattfinden. Deshalb mußte rasch gehandelt werden. Wir sorgten dafür, daß die Übersetzung des Programms in die englische und französische Sprache innerhalb von zwei Tagen fertiggestellt und gedruckt war; daß ferner in diesen zwei Tagen etwa 1000 Aufrufe in der ganzen Welt verbreitet wurden, und dann ging ich zum österreichischen Gesandten, erklärte, daß die Münchener Ausstellung nicht mehr rückgängig gemacht werden könne, weil wir mit den Ausstellern schon in Unterhandlungen seien und daß es für beide Ausstellungen untragbar sei, wenn sie gleichzeitig abgehalten würden und daß deshalb die Wiener Ausstellung verschoben werden müßte. Der österreichische Gesandte berichtete nach Wien und nach wenigen Tagen erhielten wir die erfreuliche Mitteilung, daß die Wiener Ausstellung erst im Jahre 1883 stattfinden solle.

Da kam ein zweiter Schlag. Als alles für die Benützung des Glaspalastes vorbereitet war, ließ mich Minister Feilitzsch kommen und erklärte, daß der Glaspalast wie alle Jahre, so auch im Jahre 1882 dem Landwirtschaftlichen Verein für eine Ausstellung zur Verfügung stehen müsse und daß davon nur dann abgesehen werden könne, wenn die elektrische Ausstellung dem Landwirtschaftlichen Verein mindestens die Summe von rund 20 000 RM ersetzte, die der Verein sonst in anderen Jahren aus seiner Ausstellung erübrigte. Ich erklärte, daß dies nicht möglich sei, sondern höchstens ein Anteil von den Überschüssen gewährt werden könne. Ich weigerte mich, den in Aussicht gestellten Garantiefonds für die Abgabe an die landwirtschaftliche Ausstellung zu verwenden, so daß ich schließlich, obwohl ich nur ein kleiner Praktikant war, von dem Minister mit der Erklärung schied: „Wir werden die elektrische Ausstellung bei allen Personen, die bisher im In- und Auslande herangezogen waren, mit der Begründung rückgängig machen, daß Herr Minister Feilitzsch die Durchführung durch seine Förderung der Landwirtschaft unmöglich macht." Ich ging wütend auf Umwegen zum Glaspalast. Als ich dort ankam, war ein Diener des Ministeriums bereits da und forderte mich auf, nochmals zum Minister Feilitzsch zu kommen.

In der zweiten Besprechung gab sich Minister Feilitzsch damit zufrieden, wenn im Glaspalast wenigstens der Glückshafen des Landwirtschaftlichen Vereins aufgestellt werden dürfe und die Überschüsse der Ausstellung dem Landwirtschaftlichen Verein solange zugute kommen, bis der Gewinn aus dem Glückshafen 7000,— RM betrage. Damit war die schwierige Glaspalastfrage gelöst.

Nun kam die dritte Schwierigkeit. Der größte Aussteller, auf den wir in erster Linie unsere Hoffnungen gesetzt hatten, die Firma Siemens & Halske, erklärte, daß sie sich an der Ausstellung nicht beteiligen werde. Wahrscheinlich glaubte Werner von Siemens, daß man in München, in einer Stadt, die keine elektrotechnische In-

Digitized by Google

dustrie hatte, auch keine Ausstellung machen könne, die der deutschen Elektrotechnik und namentlich seiner Firma würdig sei.

Damit entstand die Frage: Ist es möglich, eine elektrische Ausstellung zu machen, ohne den größten, den verdientesten, den mächtigsten Mann der Elektrotechnik an seiner Seite zu haben? Ein Rückzug war nicht mehr möglich, und so verdoppelten wir unsere Bemühungen, nicht nur im Inland, sondern auch im Ausland bedeutungsvolle Mithelfer für unser Unternehmen zu erlangen.

In München waren wir allerdings auf wenige kleine Firmen beschränkt. Einstein, der Vater des Physikers Einstein, Schönemann und Zettler konnten elektrische Maschinen, Glühlampen und Apparate zur Verfügung stellen; Edelmann hatte die beste Werkstätte für wissenschaftliche Instrumente. Außerhalb Münchens kamen die Werkstätten von Fein in Stuttgart und Schwerd in Karlsruhe, Montanus in Frankfurt und vor allem Schuckert mit seinen mustergültigen Werkstätten in Nürnberg in Frage.

Die deutschen Aussteller mußten aber ergänzt werden durch ausländische Fabrikanten. Da war Rathenau mit den Edison-Lampen und Edison-Maschinen sowie mit einer beachtenswerten Lokomobile von Crompton, die Brush-Maschinen und -Lampen, die von Seligmann aus Wien ausgestellt waren, die schöne Ausstellung von Eisenbahnsignalen und Telegrafeneinrichtungen der Chemin de fer du Nord und viele andere.

Sehr eigenartig war die Anmeldung von Planté, dem Erfinder des Akkumulators. Er hatte an den Spediteur geschrieben, derselbe möchte für ihn einen Tisch aufstellen; er dürfe aber nur wenige Franken kosten. Der Spediteur kam zu mir, um sich über diesen schoflen Franzosen zu beklagen und fragte, was er ihm schreiben solle. Ich erklärte, daß er schreiben soll, er mache gar nichts, weil die Ausstellungsdirektion selbst sich eine Ehre daraus mache, die Aufstellung des Akkumulators in die Hand zu nehmen. Wir haben dann auch für Planté einen besonders schönen, mit den französischen Farben dekorierten Platz hergerichtet, und dieser berühmte, aber bescheidene Mann war glücklich über die ihm zuerkannte Ehrung.

Nachdem somit die Vorbedingungen gegeben waren, für das Unternehmen einen günstigen Ausgang erhoffen zu können, konnte ich den Generalplan mit der folgenden Gruppeneinteilung ausarbeiten:

I. Gruppe Historische und wissenschaftliche Apparate,
II. „ Telegrafie und Signalwesen,
III. „ Telemonie,
IV. „ Medizinisch-elektrische Apparate,
V. „ Batterien und Akkumulatoren,
VI. „ Elektro-Chemie,

Digitized by Google

VII. Gruppe Magneto- und Dynamo-elektrische Maschinen,
VIII. „ Elektrisches Licht,
IX. „ Motoren,
X. „ Verschiedene Apparate und Utensilien,
XI. „ Kabel, Drähte und Blitzableiter,
XII. „ Bibliografie,
XIII. „ Elektrische Zeitmessung,
XIV. „ Dekorative Ausstattung,
XV. „ Landwirtschaft.

Nach Genehmigung dieses Planes am 19. Juni wurde mit den baulichen Arbeiten begonnen, die insbesondere durch die entgegenkommende Fürsorge des Oberbaurates Siebert, welcher das Präsidium des Bau- und Dekorationsausschusses übernommen hatte, den erfreulichsten Fortgang nahmen. Die Installation der Betriebsmaschinen und die erforderlichen Transmissionen wurden unter Leitung des Professor Schröter und des hierfür aufgestellten Ingenieurs Datterer durchgeführt.

S. M. König Ludwig II. von Bayern wurde um die allergnädigste Übernahme des Protektorats der Ausstellung gebeten und nahm dasselbe huldvollst an.

Eröffnung der Ausstellung. — Programmgemäß erfolgte am 16. September 1882 durch den Vertreter S. M. des Königs, Herzog Karl Theodor, die Eröffnung der Ausstellung, und zwar abends ½8 Uhr, was wohl zum erstenmal die Eröffnung einer Ausstellung bei künstlichem Licht bedeutete. Die Gedanken und Ideen, die jeder von uns damals hatte, wurden in der durch den Präsidenten Professor von Beetz gehaltenen Festansprache, welche ich hier folgen lasse, in bedeutungsvolle Worte gefaßt:

„Königliche Hoheit, hohe Versammlung! In ungewohnter Abendstunde öffnet der Glaspalast seine Hallen, um eine auserlesene Versammlung zu empfangen. Eine noch junge Wissenschaft hat der Technik die Ergebnisse ihrer Forschung zur Verfügung gestellt, und die Technik will zeigen, was sie vermag. Noch nicht hundert Jahre sind verflossen, seit Galvani in dem unscheinbaren Versuch der zuckenden Froschschenkel eine elektrische Erscheinung zu sehen glaubte, und das erste Jahr unseres Jahrhunderts brachte der Welt die Kunde von einer Erfindung, welche von mächtigem Einflusse war auf den Charakter des Jahrhunderts: von der Erfindung der Voltaschen Säule. Allmählich wurden die Eigenschaften des von dieser Säule ausgehenden Stromes bekannt, alle wieder von unscheinbaren Anfängen beginnend. Aus einem Wassertropfen, der vom Strome getroffen wurde, steigen Gasbläschen auf. Heute werden durch denselben elektrochemischen Vorgang die unedlen Metalle mit edlen

Digitized by Google

überzogen; in den Akkumulatoren wird durch denselben Vorgang Arbeitsvorrat aufgespeichert. Eine Magnetnadel verändert in der Nähe eines elektrischen Leitungsdrahtes ihre Richtung; ein Eisenstab von einem Leitungsdrahte umwunden, zog Eisen an wie ein Magnet. Dieselben elektromagnetischen Vorgänge spotten in der Telegrafie jeder Entfernung, und die winzigen Veränderungen im elektromagnetischen Zustand eines Stabes übertragen im Telefon das gesprochene Wort, den gesungenen Ton. Der Versuch wurde umgekehrt. Ein Magnet, neben einem Draht bewegt, erzeugte in demselben einen Strom, nur für empfindliche Apparate bemerkbar. Heute brausen schwere Drahtmassen in wirbelnder Eile an mächtigen Magnetpolen hin und erzeugen die kräftigen Ströme, welche die Voltasche Säule aus ihrer Herrschaft verdrängt haben. Die Arbeitsvorräte des strömenden Wassers, der Dampfmaschinen, der Gasmotoren werden durch die Dynamomaschinen in Elektrizität verwandelt, und diese kann nach Belieben wieder in Arbeitskraft umgesetzt werden. Ein Draht, von Strömen durchflossen, wurde warm, und heute glühen Hunderte von Kohlendrähten in den Incandescenzlampen, und das kräftige Bogenlicht schafft uns Tageshelle. Das erste Gefühl, das uns beim Beschauen dieser Dinge beschleicht, ist das des Staunens. Aber auch unsere Väter staunten, als sie die ersten Dampfmaschinen arbeiten sahen und die Älteren unter uns, als Eisenbahn und Telegraf ins Leben traten. Das sind jetzt ganz alltägliche Dinge, und auch die Wunder der Elektrotechnik werden es bald sein, denn die Technik liebt nicht den langsamen und gemessenen Fortschritt der Wissenschaft, sie rechnet nicht nach Jahrhunderten und Jahrzehnten, sondern nach Jahren, Monaten und Wochen. Darum muß die Wissenschaft die Führerin der Technik bleiben, und von diesem Gesichtspunkte aus ist unsere Ausstellung ins Leben getreten. Elektrotechnische Versuche sollen den Zusammenhang unterhalten zwischen Wissenschaft und Technik. So wie die Wissenschaft ist auch die Technik international, und auch wir erfreuen uns hier des friedlichen Wettkampfes der Völker. Aber in einer Beziehung hat unsere Ausstellung einen lokalen Charakter. München ist in erster Reihe Kunststadt, und Kunst und Kunstgewerbe betrachten es als ihr Recht, überall mitzutun, wo Großes angestrebt wird. So können wir denn einen der wichtigsten Teile der Elektrotechnik, die elektrische Beleuchtung, vorführen, wie sie ins Leben eingreift: Die Wirkung des elektrischen Lichtes in Garten, Kirche und Haus, in Museum und Theater. Ebenso haben Landwirtschaft und Gewerbe uns ihre Maschinen zur Verfügung gestellt, um sie elektrisch zu bewegen. Und wie der Hilfe von Einzelnen und Vereinen, erfreuen wir uns auch der Gunst hoher Staats- und städtischer Behörden in hohem Maße. Allen, die an unserem Werke mitgearbeitet haben, sage ich im Namen des Komitees meinen wärmsten Dank. Nur so konnte die

Digitized by Google

Ausstellung eine Gestalt annehmen, daß wir es wagen durften, Seine Majestät den König ehrfurchtsvollst um allergnädigste Übernahme des Protektorats zu bitten. Seine Majestät sind unserer Bitte auf das allerhuldvollste entgegengekommen und haben den heutigen Tag zur Eröffnung bestimmt. Ich ersuche deshalb den hohen Vertreter S. Majestät ehrfurchtsvoll, im Namen S. M. des Königs die Eröffnung der Ausstellung auszusprechen."

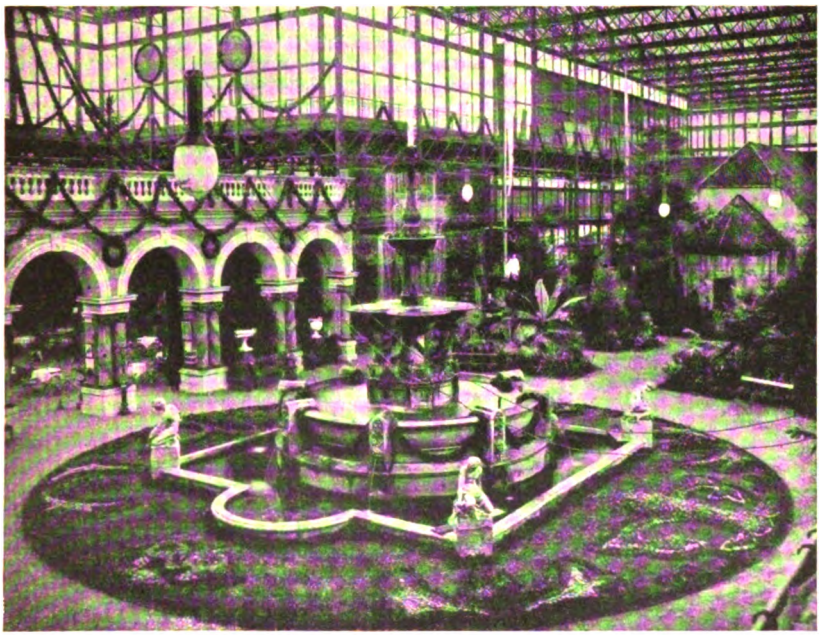


Abb. 1. Hauptansicht der Mittelhalle des Glaspalastes

Prinzip der Ausstellung. — Die wichtigste und schwerste Aufgabe der Ausstellung war es, sie so zu gestalten, daß sie sich nicht als eine kleinliche Wiederholung der Pariser Ausstellung präsentierte, sondern ihren Besuchern in gänzlich neuer Art die Wunder der Elektrotechnik vorführte.

In welcher Weise wir diesem Erfordernis Rechnung trugen, möchte ich an folgenden Beispielen zeigen: Während in Paris die einzelnen Lampen, die Glühlampen in großer Anzahl an der Decke und an Pulten, Bogenlampen nach den verschiedensten Systemen

Digitized by Google

auf den verschiedensten Ausstellungsplätzen gezeigt wurden, sollten in München nicht diese Lampen, nicht ihre Lichtintensität, sondern ihre praktische Verwendung zur elektrischen Beleuchtung gezeigt werden.

Als das Wichtigste erschien die Beleuchtung von Theatern; deshalb wurde ein Theater in der Ausstellung errichtet, mit regulierbarem Glühlicht, welches Lautenschläger in langen Gelatinezylindern aus verschiedenen Farben anordnete und die jeweils erwünschte Färbung des Bühnenraumes durch Drehen dieses Zylinders erreichte.

Sehr hervorragende Künstler, wie Kaulbach, Lenbach, Rudolf Seitz, Hirth u. a. hatten Wohnräume in allen Stilarten hergestellt und namentlich darauf Wert gelegt, daß auch die Beleuchtungskörper nicht dem früheren Gaslicht, sondern den speziellen Eigentümlichkeiten der elektrischen Lampe angepaßt waren.

Piglhein hatte eine Malschule eingerichtet, in welcher kein Geringerer als Franz von Lenbach sich zur Verfügung stellte, den Versuch zu machen, bei künstlichem Licht zu arbeiten. Auch Bildhauer Gedon wurde von uns gebeten, auf dem freien Platz an der Nordseite des Glaspalastes eine schöne Beleuchtungsanlage auszuführen, wobei wir an eine Park- oder Gartenbeleuchtung mit Statuen u. dgl. dachten. Gedon schuf dagegen zu unserer größten Überraschung eine alte stimmungsvolle Kapelle, in welcher vor dem Altar eine als Kardinal angezogene Puppe kniete, die er durch einen schwachen Schlitz von einer Bogenlampe anstrahlen ließ. Dieser erste Effekt der uns jetzt so geläufigen Anstrahlung war ungeheuer, und in stundenlangen Zügen gingen die Besucher der Ausstellung durch diese Kapelle.

Um eine weitere Wirkung der elektrischen Beleuchtung zu zeigen, wurde die Arcisstraße mit Glühlampen beleuchtet; der Königsplatz war mit Lampen von Schuckert erhellt. In der Brienner Straße brannten eine große Anzahl von Bogenlampen von Seligmann aus Wien. Die Wahl der Brienner Straße erfolgte angeblich, weil das Wittelsbacher Palais sich dort befindet. In Wirklichkeit war gegenüber dem Wittelsbacher Palais die Wohnung meiner damaligen Braut und die Beleuchtung gab mir den Vorwand, einen Telegrafenapparat in der Wohnung meiner Braut aufzustellen, damit ich mich erkundigen konnte, erstens offiziell, ob die Beleuchtung funktionierte, und zweitens inoffiziell, wann meine Braut sicher beim Tee zu Hause war.

Das Telefon diente in Paris in erster Linie zur Übertragung der Oper und diese wunderbare Vorführung wurde natürlich auch im Glaspalast gezeigt. Die Gebrauchstelefone selbst waren in Paris meistens an den Plätzen der Aussteller, so daß Sprecher und Hörer

Digitized by Google

in der Regel so nahe beisammen waren, daß man nicht wußte, ob man das Gespräch direkt oder durch das Telefon vernahm. Um darüber Klarheit zu schaffen, errichteten wir im Glaspalast Telefonzellen, von denen immer je zwei weit entfernt aufgestellt und miteinander verbunden waren. Ein Plan in jeder Zelle zeigte den Gegensprechapparat, so daß sich die Leute zu einem Gespräch verabreden konnten.

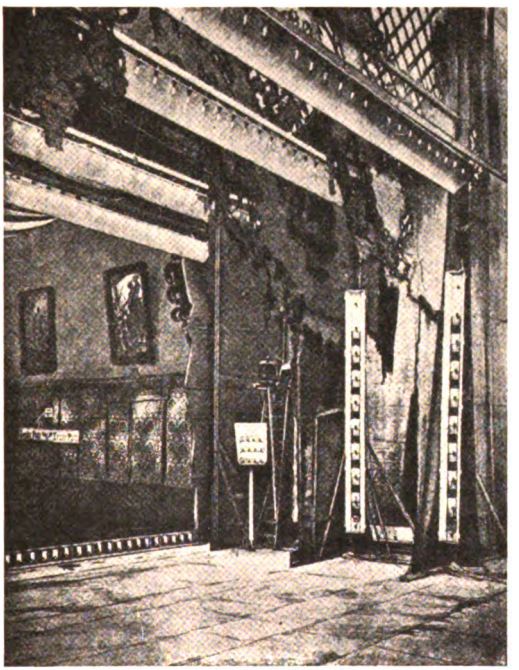


Abb. 2. Bühnenraum mit der Edison'schen Glühlichtbeleuchtung

In Paris waren die Telefone nur in verhältnismäßig kurzen Entfernungen angebracht. Wir hatten die Überzeugung, daß es für die Hörer von großem Interesse ist, zu versuchen, ob man auch auf weite Entfernung sprechen könne. Wir stellten daher eine Telefonverbindung mit Oberammergau her, wobei wir in Oberammergau den Lehrer mit seiner Tochter musizieren ließen und diese Musik nach dem Münchener Glaspalast zur größten Verwunderung der Zuhörer übertrugen.

Auch mit Dresden wollten wir auf gewöhnlichen Telegrafendrähten eine telefonische Verbindung herstellen, dieselbe konnte je-

Digitized by Google

doch nicht gelingen, da damals die Erfindung der Pupinspule noch nicht gemacht war. Naturgemäß erregten die Telefonversuche, und zwar sowohl die gegenseitigen Gespräche als auch die Vorführungen aus den Theatern und aus Oberammergau das größte Erstaunen und so manches heute kaum mehr verständliche Mißverständnis.

Als beispielsweise der damalige Prinz Luitpold die Übertragung aus dem Kolosseum und die sogenannte „Schwäbische Nachtigall" am Telefon hören sollte, weigerte sich diese zunächst, vor dem Prinzen zu singen, weil sie ja schon im Nachtkostüm sei und in diesem Zustand doch nicht vor einem königlichen Prinzen auftreten könne.

Ein weiteres komisches Intermezzo bildete ein Versuch, bei dem der Intendant von Perfall die Tellaufführung aus dem Münchener Hoftheater in Tutzing anhörte, während ich mich von meinem Büro im Glaspalast aus auch eingeschaltet hatte. Auf meine Anfrage, ob es nicht angenehm sei, von Tutzing aus die Oper kontrollieren zu können, kam keine Antwort, aber am nächsten Morgen kam Perfall entrüstet in mein Büro und verlangte die sofortige Herausnahme des Telefons, weil ich auf der Bühne so geschrien hätte, daß ich fast den Sänger Vogel übertönt habe, was er sich natürlich nicht gefallen lassen konnte. Meine wiederholten Bemerkungen, ich sei in meinem Büro gewesen, wurden mit der Begründung, daß er mich selbst habe schreien hören, zurückgewiesen, bis es endlich gelang, ihn zu überzeugen, daß ich von meinem Büro aus auf einer Nebenleitung gesprochen hatte.

Kraftübertragung Miesbach—München. — Der wesentlichste Unterschied und die große Bedeutung der Münchener Ausstellung gegenüber der Pariser lag in der Behandlung der Kraftübertragung.

In Paris wurden schon Buchdruckmaschinen u. dgl. elektrisch angetrieben. Sogar eine elektrische Straßenbahn von Siemens fuhr zwischen dem Place de la Concorde und dem Palais de l'Industrie. Aber im allgemeinen hatte man nicht versucht, Kräfte auf weite Entfernungen zu übertragen. Wir hatten von Anfang an im Programm aufgenommen, daß die Aussteller in einem Umkreis von 5 km Antriebskräfte benützen sollten, und es wurde auch von Schuckert aus der Hirschau in etwa 5 km Entfernung eine Dreschmaschine im Glaspalast mit gutem Erfolg betrieben.

Dieser praktische Erfolg entsprach den damals bereits bekannten Erfahrungen auf dem Gebiete der Kraftübertragung. Ich erinnerte mich aber an die eingangs erwähnte Erklärung Marcel Deprez's in der Societe des Ingenieurs Civils und wollte ihm Gelegenheit geben, hier in München seine Theorie praktisch zu erproben, indem er eine Kraft von Augsburg nach München übertragen sollte. Dieser Versuch erschien anfänglich zu phantastisch und wurde als jugendlicher Opti-

Digitized by Google

mismus bezeichnet, denn man bezweifelte sehr stark, daß Deprez den praktischen Versuch zum Beweis seiner Idee überhaupt unternehmen würde. Da traf unerwartet von Cornelius Herz, dem wissenschaftlichen Leiter der Zeitschrift „Lumière électrique" eine Erklärung ein, Deprez würde diesen Versuch ausführen, und die Mittel dazu würden ihm von der Zeitschrift bzw. von Rotschild zur Verfügung gestellt, worauf Marcel Deprez offiziell seitens der Ausstellungsleitung um seine Mitwirkung mit dem nachfolgenden von mir verfaßten Brief gebeten wurde.

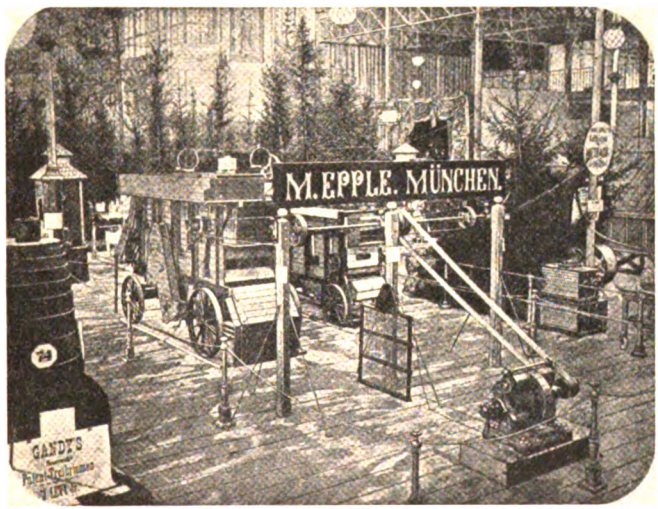


Abb. 3. Kraftübertragung von Schuckert

„Hochwgeb. Herrn Marcel Deprez,
Mitglied der Akademie der Wissenschaften

Euer Hochwohlgeboren!

Bei den großen Verdiensten, welche Sie sich um die Förderung der Elektrotechnik erworben haben, hält sich das ergebenst unterfertigte Komitee für verpflichtet, Sie von den in München stattfindenden elektrotechnischen Versuchen zu unterrichten und Ihnen mitzuteilen, daß die Absicht besteht, die für Süddeutschland so wichtige elektrische Kraftübertragung auf weite Entfernungen und die Verteilung des elektrischen Stromes zur Darstellung zu bringen.

Nachdem Sie der erste waren, der die wichtigen und geistreichen Berechnungen für Teilung des elektrischen Stromes und für elek-

Digitized by Google

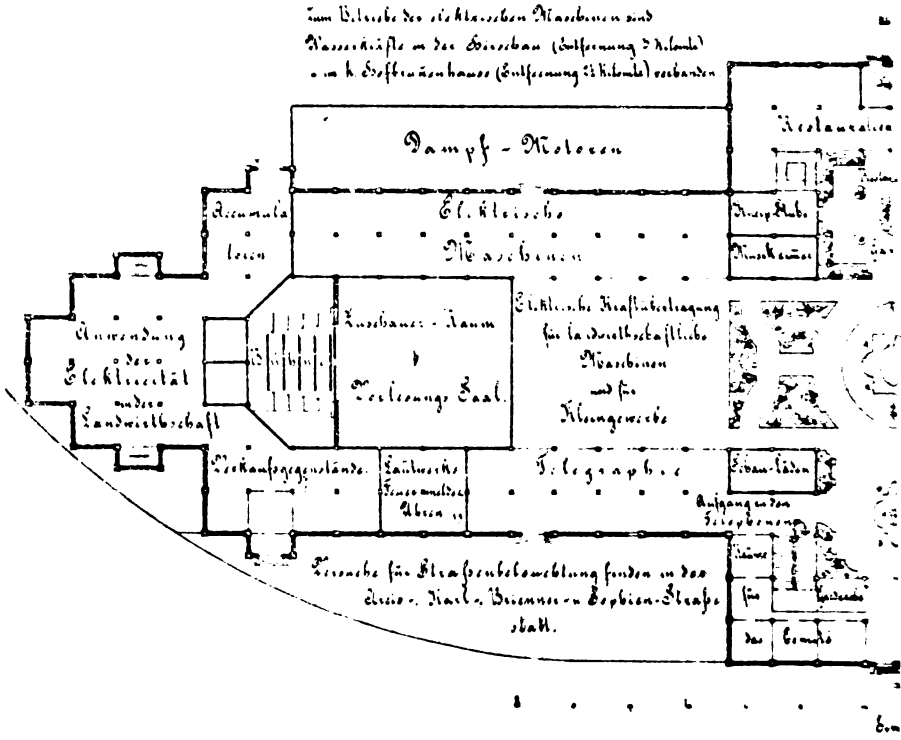


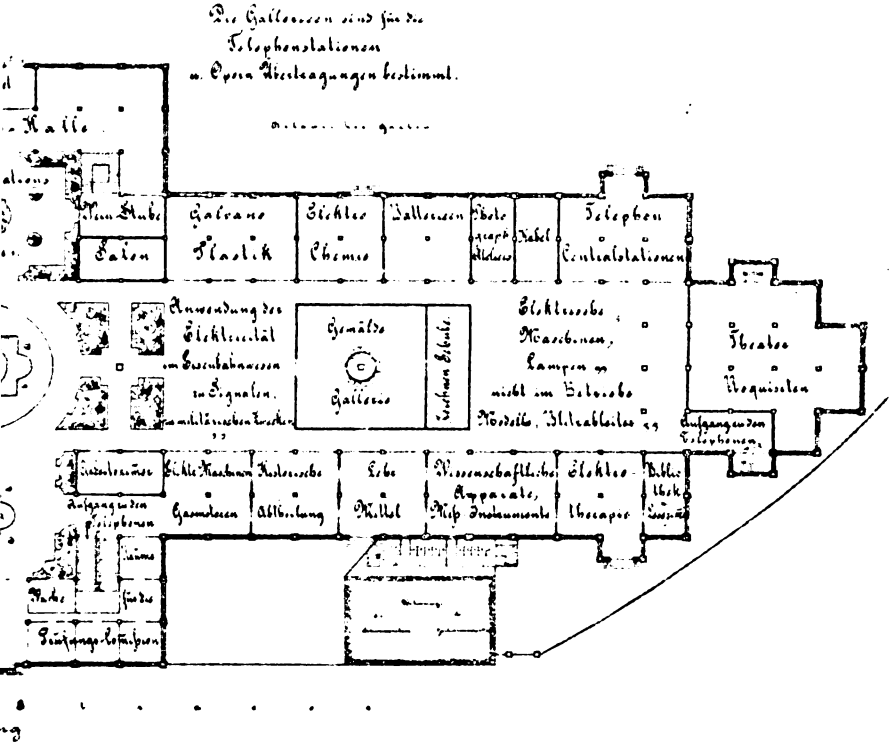
Abb. 4. Einteilung des Aus

trische Kraftübertragung auf weite Entfernung veröffentlichte, so wollen wir vor allen an Sie die Anfrage stellen, ob Sie die Güte hätten, die von Ihnen beschriebenen Versuche hier auszuführen.

Im Falle, daß Sie hierzu geneigt wären, würde das kgl. bayr. Staatsministerium des Äußeren Ihnen eine Telegrafenlinie von 25 bis 50 km Länge gerne zur Verfügung stellen und die nötigen Installationen für die Leitung ausführen lassen.

Wenn auch noch keine Maschinen existieren sollten, welche die von Ihnen verlangte Isolierung und elektromotorische Kraft besitzen, und infolgedessen auch der größte erreichbare Nutzeffekt nicht erzielt würde, so wäre doch die Übertragung der Kraft auf so weite Entfernung an und für sich von größter Bedeutung und würde den wichtigsten Teil unserer Ausstellung bilden. Wir wären sehr erfreut, wenn durch solche großartigen Versuche der berühmte Name Deprez, der

Digitized by Google



lungsraumes im Glaspalast

den deutschen Gelehrten und Technikern längst bekannt ist, auch dem Volke geläufig würde.

Mit der Versicherung ausgezeichneter Hochachtung

das Komitee für elektro-techn. Versuche im k. Glaspalast zu München."

Die hierauf angestellten Erhebungen haben gezeigt, daß ein Versuch zwischen Augsburg und München an dem vorhandenen Telegrafensystem nicht möglich sei, und es fand daher der Versuch zwischen Miesbach und München auf einer Entferung von 57 km statt. Der Versuch wurde abends 11 Uhr nach Schluß der Ausstellung ausgeführt, um ein etwaiges Versagen, einen Mißerfolg, nicht allzu offenkundig werden zu lassen. Die Aufforderung, die Maschine in Betrieb zu setzen, erfolgte mit einem gewöhnlichen

Digitized by Google

Kaffeemühlen-Telegraf. Die Spannung war eine außerordentliche. Plötzlich fing der Motor an, sich zu drehen, immer schneller, immer schneller, und der Wasserfall, den der Motor betreiben sollte, kam in Betrieb. Die Überraschung kann sich heute niemand mehr vorstellen. Marcel Deprez war so freudig erregt, daß er mir um den Hals fiel und mir einen Kuß gab. Ich forderte alle auf, zu einem Glas Champagner in die Restauration zu gehen, und Professor von Beetz sandte ein Telegramm an die Akademie der Wissenschaften, in welchem mit dem Glückwunsch der Überzeugung Ausdruck gegeben wurde, daß damit für die Entwicklung der Elektrotechnik und für die Ausnützung der Naturkräfte ein Schritt von weittragender Bedeutung gemacht worden sei.

Als später Marcel Deprez zwischen Paris und Creil den Versuch im großen wiederholte und über seinen Erfolg in der Akademie der Wissenschaften berichtete, bemerkte der Sekretär der Akademie, Mr. Bertram, daß die Franzosen ein Gefühl der Beschämung erfassen müsse, daß ihr Landsmann seine Idee nicht in Frankreich verwirklichen konnte, sondern daß ihm hierzu erst in Deutschland, und zwar in München, Gelegenheit geboten wurde. Das Gefühl der Beschämung würde aber übertroffen durch das Gefühl der Dankbarkeit, insbesondere, weil man in München auch die Bedeutung dieses Versuches schon voll erkannte und würdigte, wie das Telegramm an die Akademie, welches verlesen wurde, beweise.

Wenn auch der Versuch in München technisch und wirtschaftlich noch sehr unvollkommen war, so war er doch bahnbrechend für die Aufgabe, die Elektrizität auf weite Entfernungen zu übertragen. Er war auch die Anregung für andere, z. B. Thury, ähnliche Kraftübertragungen mit Gleichstrom, aber viel höheren Spannungen, zu machen, welche heute noch voll im Betrieb sind.

Für München und Bayern aber war dieser Versuch besonders wichtig, weil er geeignet schien, die unbenützten Wasserkräfte in Bayern nun im Interesse des Landes und der Bevölkerung überall dahin zu übertragen, wo man disponible Arbeitskräfte benötigte.

Wenn wir nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Kraftübertragung Miesbach München zu der Münchener Ausstellung im Glaspalast zurückkehren, so ist hier, als weitere Neuerung gegenüber der Pariser Ausstellung zu erwähnen, daß im Glaspalast junge Führer aufgestellt waren, welche ehrenamtlich den Besuchern die verschiedenen Ausstellungsobjekte und Ausstellungseinrichtungen erklärten. Das war eine große Annehmlichkeit für die Besucher, weil damals die Elektrotechnik noch völlig unbekannt war und eine Besichtigung der Ausstellung ohne Erläuterung ziemlich wertlos erschien. Es war aber auch sehr gut für die jungen Führer, die ihre Studien soeben beendet hatten, weil sie dadurch nicht nur von den Ausstellern alle Aufschlüsse

Digitized by Google

Abb. 5. Der Wasserfall im Glaspalast

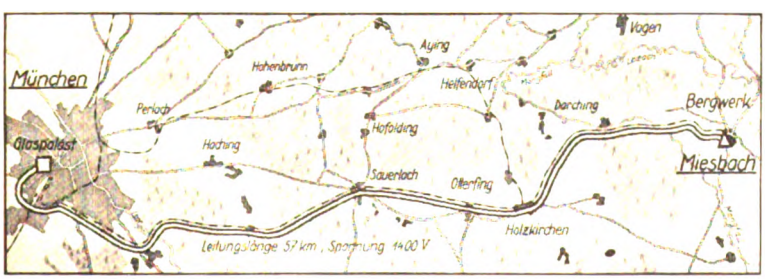


Abb. 6. Kraftübertragung Miesbach-München

Deutsches Museum 6 1932

Digitized by Google

bekamen, um die die Besucher fragten, sondern weil sie dadurch auch Gelegenheit hatten, wichtige Persönlichkeiten, die für die Elektrotechnik Interesse hatten, kennenzulernen.

Eine weitere Annehmlichkeit, die die Münchener Ausstellung den ernsten und fachlich interessierten Besuchern bieten konnte, waren die während der Ausstellungsdauer im Liebigschen Hörsaal stattfindenden öffentlichen Vorträge hervorragender Gelehrter und Techniker, von denen ich nur einige wie Kohlrausch, Hagenbach, Grätz, Marcel Deprez namentlich aufzählen möchte.

Prüfungskommission. Die wichtigste Neuerung, welche die Münchener Ausstellung gegenüber den früheren elektrischen Ausstellungen enthielt, bestand in der Wertung und Anerkennung der Aussteller und ihrer Objekte.

In Paris wurden noch an die Aussteller goldene und silberne Medaillen verteilt, wobei meist im voraus schon bestimmt war, daß die großen, bekannten, einflußreichen Firmen solche Medaillen bekamen, während die kleinen, neuentstandenen Werkstätten wenig Aussicht hatten auf eine solche Auszeichnung. Um diesen Übelstand zu beseitigen, hatte ich in das Programm hineingeschrieben, daß jeder Aussteller für die ausgestellten Objekte, seien es nun große Fabrikate wie Maschinen, Lampen u. dgl. oder auch nur kleine Erzeugnisse, wie Installationsmaterial oder wissenschaftliche Apparate, ein Zeugnis über die Güte seiner Apparate verlangen konnte. Dieser Paragraph erregte anfangs große Bestürzung, weil namentlich die Männer der Wissenschaft wußten, daß solche Zeugnisse vielfach nur auf Grund streng wissenschaftlicher Untersuchungen gegeben werden konnten und man keinerlei Vorbild oder Grundlagen für solche Messungen damals hatte.

Um die wichtigsten Unterlagen für diese Messungen zu schaffen, ging ich auf Anraten von Professor v. Beetz zu seinem Assistenten Dr. Kittler, um ihn zu ersuchen, die Vorbereitungen für solche Messungen zu treffen. Er weigerte sich anfangs, weil er Untersuchungen über die elektromotorische Kraft des Daniell-Elements machte und darüber in der Akademie der Wissenschaften berichten wollte. Ich konnte ihn aber doch überzeugen, daß solche Prüfungen, wie sie die Ausstellung erforderte, ebenso wichtig seien, wie die Untersuchung eines Daniell-Elements.

Er widmete sich dann dieser Aufgabe mit allergrößtem Geschick, gab die Methoden und Schaltschemas für die Prüfungen an und konstruierte mit Edelmann zusammen die erforderlichen Schalteinrichtungen. Die zum Messen der Maschinen nötigen Widerstände wurden von Inspektor Behringer mit einem etwa 18 km langen Telegrafendraht auf den Galerien des Glaspalastes hergestellt und damit die Möglichkeit geboten, Messungen auch an den größten Maschinen vorzunehmen.

Digitized by Google

Besondere Schwierigkeiten boten die photometrischen Messungen. Wir hatten hierfür den städtischen Gasinspektor gebeten, welcher glaubte, dieselben mit dem gewöhnlichen Photometer, in ähnlicher Weise wie die üblichen Untersuchungen der Gasbrenner, vornehmen zu können. Doch dies war nicht möglich. Es war nun naheliegend, Professor Bunte, welcher über große Kenntnisse und Fähigkeiten für diese Messungen verfügt hätte, mit der Durchführung der Versuche zu betrauen, doch galt derselbe den Elektrofirmen als Gasfachmann nicht als unparteiisch. Professor Voit hat sodann die Licht-

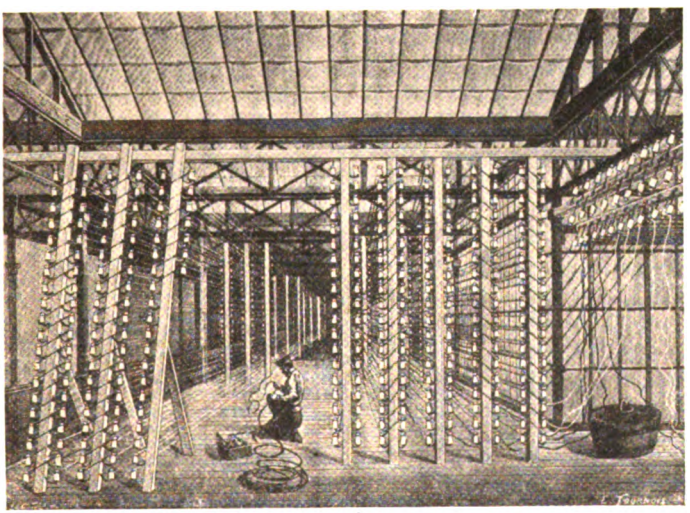


Abb. 7. Der große Rheostat

messungen übernommen, doch reichten die damals bekannten Messungsmethoden für die Untersuchung des Bogenlichtes nicht aus. Wir wandten uns noch an Dr. Krüss in Hamburg, welcher mit Spiegeln die Lichtstärken der Bogenlampen nach allen Richtungen hin festlegte. Um dies zu ermöglichen, bedurften wir hoher Räume ohne jeden Lichtreflex, und wir haben hierzu die schwarzen Tücher verwendet, die in der Theatinerkirche bei Begräbnissen der Könige zum Aushängen der Kirche benützt wurden.

So waren alle möglichen Vorbereitungen zu treffen, bis die Prüfungskommission mit ihren Arbeiten beginnen konnte. An der Prüfungskommission beteiligten sich die hervorragendsten Gelehrten aus

Digitized by Google

Deutschland und aus allen fremden Ländern. Neben den Deutschen waren die Sachverständigen aus Frankreich, England, Italien, Belgien und Holland, von Amerika und aus der Schweiz gekommen. Namen, wie Hagenbach, Ferraris, Schröter, Preece, Jolly, Kohlrausch waren in der Prüfungskommission vertreten und die Aufschlüsse, die sie schufen über elektrische Maschinen, über die Stromerzeugung, über die Beleuchtung, über die Kraftübertragung waren über alles Erwarten wertvoll, weil ihr Urteil maßgebend war für die Wertschätzung der verschiedenen Systeme, Konstruktionen usw. Mit Recht kann man behaupten, daß die Ausstellung, welche anfänglich den Namen „Elektrotechnische Versuche" bekommen sollte, einem großen elektrotechnischen Laboratorium glich, von dem aus auch die wissenschaftlich-experimentelle Erforschung und Weiterentwicklung der Elektrotechnik ihren Anfang nahm. Nach meinem Wunsche sollte die Prüfungskommission nicht nach dem Schlusse der Ausstellung verschwinden. Ich hatte veranlaßt, daß der Überschuß der Ausstellung für eine Versuchsstation verwendet wurde. Diese Versuchsanstalt sollte die Arbeiten der Prüfungskommission weiterführen und als eine Anstalt von internationalem Ruf, für die ich große Männer wie d'Arsonval, Deprez, Batchelor usw. zu gewinnen wußte, künftig über neue große Ideen und Erfindungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik urteilen und ein Zertifikat über die Brauchbarkeit und Güte derselben ausstellen. Leider glaubte man später dieser Versuchsanstalt andere Aufgaben zuweisen zu müssen, so daß die Idee der Fortsetzung der internationalen Prüfungskommission in den Hintergrund trat und die Lebensdauer dieser Station zeitlich begrenzt war.

Schluß der Ausstellung. Trotz vielseitigen Verlangens nach Verlängerung der Ausstellung erfolgte der Schluß derselben programmgemäß vier Wochen nach ihrer Eröffnung am 15. Oktober 1882. Die bei dem feierlichen Schlußakt gehaltene Ansprache des Präsidenten der Ausstellung, Professor von Beetz, gibt auf die Fragen: „War München berechtigt, eine Elektrizitäts-Ausstellung zu veranstalten? Durfte München eine internationale Elektrizitäts-Ausstellung beherbergen, und war unsere Elektrizitäts-Ausstellung eine zeitgemäße?" mit so beredten Worten eine bejahende Antwort, daß ich nicht versäumen möchte, diese Rede nachfolgend im Wortlaut anzuführen:

„Exzellenz! Hohe Versammlung! Wir rüsten uns zum Schlusse unserer Ausstellung. Da stehen wir alle, die sie ins Leben gerufen haben, derselben objektiver und kritischer gegenüber, als vor vier Wochen. Wir dürfen eine Reihe von Fragen stellen und auch selbst beantworten. War München berechtigt, eine Elektrizitäts-Ausstellung zu veranstalten? Die Geschichte antwortet darauf. Der erste elek-

Digitized by Google

trische Telegraf wurde in München erfunden; der erste elektromagnetische Zeichendrucker und die erste elektromagnetische Uhr haben hier ihre Heimat gehabt; die Telegrafenstangen und die Benützung des Bodens zur Rückleitung der Telegrafenströme gingen von München aus, und die erste elektrische Lampe, welche durch eine Dynamo-Maschine gespeist wurde, leuchtete zum Bau unserer Braunauer Eisenbahnbrücke. Durfte München es unternehmen, eine internationale Elektrizitäts-Ausstellung zu beherbergen? Darauf antwortet die Teilnahme, welche diese gefunden hat. Zahlreiche fremdländische Aussteller haben den friedlichen Wettkampf mit unseren Landsleuten aufgenommen, die hohen Regierungen und Behörden haben hervorragende Männer als ihre Vertreter gesandt und der freundliche, ja ich darf wohl sagen herzliche Verkehr, welcher sich zwischen diesen unseren verehrten Gästen und uns herausgebildet hat, zeugt wohl am besten dafür, daß unsere Ausstellung es verstanden hat, ihren internationalen Charakter zu wahren. War unsere Elektrizitäts-Ausstellung eine zeitgemäße? Ja, wenn wir lediglich hätten wiederholen wollen, was andere Ausstellungen getan haben, dann dürfte man wohl behaupten, daß die kurze Zeit eines Jahres nicht Neues genug zutage gefördert habe, um die schnelle Aufeinanderfolge solcher Ausstellungen zu rechtfertigen. Aber wir hatten von vornherein den Schwerpunkt unseres Unternehmens an eine Stelle gelegt, wo er bei früheren Ausstellungen nicht gelegen war; wir hatten die elektrotechnischen Versuche in den Vordergrund gestellt, die Ausstellung sollte uns nur das Material zu denselben bieten. Wenn wir jetzt das stattliche Verzeichnis der Mitglieder unserer Prüfungskommission durchlesen, wenn wir sehen, wie das In- und Ausland durch Gelehrte, Künstler und Techniker ersten Ranges in unseren Kommissionen vertreten war, dann dürfen wir nicht mehr zweifeln, daß unser Unternehmen allseitige Zustimmung gefunden hat. Haben auch die wenigen Wochen, die uns zur Verfügung standen, den Versuchen zu enge Schranken gezogen, so werden die Ergebnisse, zu denen die mühevollen Arbeiten geführt haben, für Wissenschaft und Technik doch nicht verloren sein. An uns aber ist es, den Männern, die mit rastlosem Eifer, nicht entmutigt durch die ihnen begegnenden Hindernisse, die Versuche durchgeführt haben und zum Teil noch weiterführen, unseren herzlichsten Dank auszusprechen. Wir rüsten uns zum Schlusse unserer Ausstellung. Da ziemt es sich wohl, noch einen Blick auf ihre Anfänge zurückzuwerfen. Klein waren sie, zweifelhaft der Erfolg. Aber von allen Seiten kam uns Hilfe. Den Dank des Komitees, den ich schon am Eröffnungstage ausgesprochen habe, muß ich heute noch nachdrücklicher wiederholen, denn alle, die uns halfen, Behörden wie Private, sind auch während der ganzen Dauer der Ausstellung nicht müde geworden, uns hilfreich beizustehen. Sie haben dazu beigetragen, unseren

Digitized by Google

Glaspalast zu dem zu machen, was er bisher war: zu einem Lieblingsaufenthalt für Einheimische und Fremde, für Lernbegierige und Neugierige. Bald wird er entvölkert sein, bis neue Arbeit ihm neues Leben verleiht. Und somit richte ich an S. Exzellenz den Herrn Präsidenten des kgl. Staatsministeriums die ehrerbietigste Bitte, im Namen Sr. Majestät, unseres erhabenen Protektors, den Schluß der Ausstellung aussprechen zu wollen."

Ergebnis der Ausstellung. — Am Schlusse dieser Ausführungen dürfte es interessant sein, über die Finanzwirtschaft der Ausstellung einiges zu erfahren. Die Ausstellung hatte nicht nur die Aufstellung der Ausstellungsgegenstände, sondern alle Bauten und alle Dekorationen, die ganze Kraftbeschaffung auf eigene Kosten zu übernehmen, und es wurden hierfür 138 000 Mark ausgegeben. Die Aussteller bezahlten keine Platzmiete. Sie bekamen die Betriebskraft von den Lokomobilen unentgeltlich geliefert, die Feuerversicherung wurde von der Ausstellung übernommen, so daß die gesamten Ausgaben gedeckt werden mußten durch die Eintrittsgelder und durch die Erträgnisse aus der Restauration und aus dem Verkauf von Bildern und Schriften.

Obwohl die Ausstellung, wie gesagt, nur vier Wochen dauerte, wurden hierfür 162 000,- - Mark eingenommen, so daß ein Überschuß von 24 000 Mark verblieb, welcher dem Polytechnischen Verein zur Verfügung gestellt werden konnte. Die Erzielung eines so weitgehenden finanziellen Überschusses war zwar sehr angenehm, doch war es bei weitem nicht das wichtigste Ergebnis der Austellung.

Die Bedeutung der Ausstellung lag darin, daß von ihr eine außerordentliche Förderung der elektrotechnischen Industrie ausging, die Beleuchtung von Theatern, Läden und Wohnungen wurde ungeheuer gefördert, die Einrichtung von elektrischen Antriebsmaschinen, die Errichtung von Telefonzentralen nahm von dieser Ausstellung an einen außerordentlichen Aufschwung.

Als Folge der Ausstellung haben nicht nur die damals bestehenden Firmen wie Siemens & Halske, die Schuckert-Betriebe und noch viele andere, eine große Förderung erfahren, sondern neue Firmen auf dem Gebiete der Elektrotechnik sind entstanden, und ich erinnere hier nur an die Gründung der damaligen Edison-Gesellschaft, der jetzigen Weltfirma AEG in Berlin, welche ihre Wiege in der Münchener Ausstellung stehen hat.

Auf dem wissenschaftlichen Gebiet ist als Folge der Ausstellung die Gründung des ersten Lehrstuhles für Elektrotechnik in Deutschland an der Technischen Hochschule in Darmstadt zu betrachten, auf welchen als erster Professor Dr. Kittler berufen wurde, der mit mir zusammen Schriftführer der Prüfungskommission war.

Digitized by Google

Neben der erwähnten und leider bald wieder aufgelösten Versuchsanstalt für elektrische Messungen übernahmen es die Hochschulen und Universitäten, die bei der Ausstellung erstmals eingeführten elektrischen Versuche fortzuführen, und die Errichtung zahlreicher elektrotechnischer Institute und Laboratorien, welche heute über Weltruf verfügen, geht auf die damals erstmalig durchgeführten Versuche im Glaspalast zurück.

Diese Bedeutung der Münchener Ausstellung wurde schon anläßlich eines Festes für die auswärtigen Teilnehmer an der Ausstellung neben anderen Rednern ganz besonders durch den Vertreter Englands, den berühmten Elektriker Mr. Preece, bekundet, welcher der Münchener Ausstellung vollste Anerkennung und Bewunderung zollte.

Als weiteres, bedeutungsvolles Zeugnis für die Beurteilung der Ausstellung in Fachkreisen, können die folgenden auszugsweise wiedergegebenen Artikel gelten, die in der „Lumière électrique" erschienen, einer Zeitschrift, die in Paris herausgegeben wurde, und wenn nicht die einzige, so doch sicherlich die führende und wichtigste elektrotechnische Zeitschrift der damaligen Zeit war:

Auszug aus dem Artikel von Cornelius Herz vom 9. September 1882
(kurz vor Beginn der Ausstellung)

. . . . . „Im Bewußtsein der großen Erfolge, welche in diesen letzten Jahren mit Hilfe des elektrischen Stromes erreicht wurden, haben die deutschen Organisatoren der Ausstellung mit um so mehr Recht daran gedacht, München als Ausstellungsort zu wählen, als sich diese Stadt in angemessener Entfernung von großen Wasserfällen befindet, die geeignet sind, in einer Stärke von etwa 7000 PS zur Stromerzeugung verwendet zu werden. Als Bewohner einer Stadt, in welcher die Anwendung von Elektrizität noch wenig bekannt ist, will man sich selbst davon überzeugen, was diese wunderbar wirkende Kraft zu leisten vermag, aber man will auch, daß diese unternommenen Versuche jedermann zugute kommen mögen.

In erster Linie hat man die Absicht, die elektrischen Apparate im Betrieb vorzuführen und ihre Anwendung im täglichen Gebrauch zu zeigen, Kraftübertragung auf weite Entfernung, Telefon auf langen Leitungen, Anwendung des elektrischen Lichtes für Straßenbeleuchtung, Theater, Wohnungen, das sind die Hauptpunkte, über welche die Versuche Aufschluß geben sollen, und man sieht, daß genügend interessantes Material zur Verfügung steht.

Ein ganz spezieller und charakteristischer Zug der Münchener Ausstellung wird der sein, daß keine Medaillen verteilt werden sollen, und wir stimmen dieser Maßnahme um so mehr bei, als wir uns selbst beim Organisationskomitee der internationalen elektrischen Aus-

Digitized by Google

stellung in Paris gegen die Verteilung von Medaillen erklärt haben. Dafür hat jeder Aussteller das Recht, einen Bericht über die Versuche, welche mit seinen Apparaten gemacht werden, zu verlangen, und dieses Zeugnis, welches von einem Komitee, das sich aus berühmten Autoritäten zusammensetzt, erteilt wird, wird in den Fällen, bei denen es günstig lautet, mehr wert sein, als alle möglichen Medaillen und Diplome.

Das für die Ausstellung gewählte Lokal ist der hübsche weitläufige Glaspalast des Münchener Botanischen Gartens. Aber die Versuche werden nicht auf diesen Platz beschränkt sein. Verschiedene Plätze in der Stadt und selbst der Umgebung werden dafür zur Verfügung stehen. So werden Beleuchtungsversuche in der Brienner Straße mit Lampen von Brush und Schuckert und in der Arcisstraße mit Lampen von Edison stattfinden. Es werden zwei Telegrafenlinien von 100 und 335 km Länge für Versuche von telefonischer Übertragung auf weite Entfernung reserviert sein, insbesondere für die Versuche von van Rysselberghe, welche die gleichzeitige Übertragung von telegrafischen Depeschen und telefonischen Mitteilungen auf einem Draht erlauben sollen. Eine Leitung von 60 km Länge wird unserem Freund Marcel Deprez dienen, um eine Kraft auf einem einzigen Draht von Miesbach nach München zu übertragen, um dort eine landwirtschaftliche Maschine zu betreiben.

Die Ausstellung verspricht von höchstem Interesse zu werden, da sie mit der größtmöglichen Sorgfalt vorbereitet wird. Das Komitee hat seinen Ruf an alle Männer ergehen lassen, die in der Lage sind, nützliches Material zur Ausstellung beizutragen, und seine Tätigkeit ist seit Anfang des Jahres deutlich zu bemerken.

Die von der Ausstellungsleitung entwickelte Tätigkeit läßt uns hoffen, daß an dem für die Eröffnung bestimmten Zeitpunkt, nämlich dem 16. September, die Aussteller ihre Montagen beendet haben und alle Apparate an dem bezeichneten Tag in Betrieb sein werden, ein Resultat, welches, wie wir glauben, noch niemals bei derartigen Veranstaltungen festgestellt wurde.

All dies läßt erwarten, daß die Ausstellung eine wirkliche Bedeutung haben wird und daß sie eine große Anzahl wichtiger Resultate an den Tag bringen wird, die so schwierig wirklich exakt zu erhalten sind, und von denen die letzte Ausstellung trotz der geschaffenen Kommissionen in Wirklichkeit nur eine viel zu beschränkte Anzahl geliefert hat.

Da sich die Ausstellungsleitung das Ziel gesteckt hat, das zu verwirklichen, was der Internationalen Ausstellung in Paris fehlte, wird die Münchener Ausstellung nicht deren Wiederholung, sondern im Gegenteil deren nutzbringende Ergänzung darstellen."

Digitized by Google

Auszug aus dem Artikel von Guérout vom 16. Oktober 1882
(unmittelbar nach Schluß der Ausstellung)

„Die Münchener Ausstellung hat gestern ihre Tore geschlossen, nachdem sie einen Monat gedauert hat. Wenn auch kleiner und nicht so weitläufig als die Ausstellung 1881, hat sie doch eine sehr interessante Sammlung von Ausstellungsobjekten vereinigt und dank einer sehr künstlerischen Dekoration und einer genialen Aufstellung einen sehr hübschen Gesamteindruck vermittelt. Sie hat sich besonders durch zwei Tatsachen von großer Bedeutung ausgezeichnet: Die Versuche von Marcel Deprez über elektrische Kraftübertragung auf weite Entfernung und die ausgeführten Messungen durch die Prüfungskommission.

Die Münchener Ausstellung hat Marcel Deprez die Gelegenheit gegeben, seinen Experimentalversuch zu vervollständigen, und es unterliegt keinem Zweifel mehr, daß der Münchener Versuch einwandfrei die Möglichkeit der Kraftübertragung auf weite Entfernung bewiesen hat, so daß er künftig einen Markstein in der Geschichte des elektrischen Fortschrittes darstellen wird.

Die Messungen der Prüfungskommission, welche mit Eröffnung der Ausstellung begonnen wurden, werden auch jetzt noch mit großem Eifer weitergeführt. Die Versuchsprogramme, welche in diesem Blatt an anderer Stelle veröffentlicht sind, geben einen Begriff von der Art der Versuche, welche durch die Kommission ausgeführt werden. Sie geben die Sicherheit, daß die demnächst veröffentlichten Resultate eine große Anzahl von wichtigen Meßwerten liefern werden, welche seit langer Zeit von der Praxis erwartet werden."

Diesem beredten Zeugnis von unparteiischer Seite gemäß bildete die Ausstellung in München tatsächlich einen Markstein in der Geschichte der Elektrotechnik. Sie schloß einerseits die Periode des Versuchens und Probierens ab und bildete anderseits den Ausgangspunkt einer Zeitepoche, in welcher die Elektrizität aus dem Studierzimmer der Gelehrten und dem Laboratorium der Erfinder herausgeführt wurde und zur praktischen Anwendung in Haus und Hof, für Industrie und Landwirtschaft heranreifte. Diese Zeit der Überführung der Elektrizitätswirtschaft von der Theorie in die Praxis wurde wiederum ungefähr 10 Jahre später durch eine mindestens ebenso wichtige Veranstaltung, wie die Münchener Ausstellung, nämlich durch die „Internationale Elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M." im Jahre 1891 abgeschlossen.

Was in München noch zaghaftes Probieren, wie der Versuch einer Kraftübertragung zwischen Miesbach und München war, war in Frankfurt die praktische Ausführung der sowohl technisch wie wirtschaftlich einwandfrei gelungenen Kraftübertragung zwischen Lauffen und Frank-

Digitized by Google

furt. Während in München die Aufstellung einer Prüfungskommission noch ein großes Wagnis bedeutete, da man kaum wußte, nach welchen Prinzipien und mit welchen Mitteln dieselbe ihre Prüfungen vornehmen soll, war in Frankfurt die Vornahme von Prüfungen eine Selbstverständlichkeit, die mit den feinsten und genauesten Meßinstrumenten durchgeführt, wertvolle Ergebnisse für Wissenschaft und Technik lieferte. Während in München Edisons „Jumbo" mit seinen 150 PS Leistung als eine ungeheuere Maschine bestaunt wurde, sah man in Frankfurt eine ganze Reihe von elektrischen Maschinen, welche über 1000 PS Leistung aufwiesen. Wenn in München die verschiedenen Erfindungen der Dynamomaschine von Gramme, Brush, Hefner-Alteneck und vielen anderen miteinander konkurrierten, so war in Frankfurt schon die Frage zu lösen, welches System der Stromverteilung, ob Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom für ganze Städte und Versorgungsgebiete das wirtschaftlichste und technisch Beste sei. Wie nach der Münchener Ausstellung die großen Firmen AEG, Siemens & Halske, Schuckert und noch manche andere als Erzeuger aller elektrischen Artikel eine Blütezeit erlebten, so war die Folge der Frankfurter Ausstellung in dieser Richtung die erfolgreiche Gründung zahlreicher Spezialfabriken, wie Hartmann und Braun, Voigt & Haeffner usf.

So waren auch die Ergebnisse und Erfahrungen der Frankfurter Ausstellung von allergrößtem Wert für die Weiterentwicklung der Elektrotechnik und leiteten ihrerseits wieder eine neue Epoche der Elektrizitätswirtschaft ein, in deren Verlauf wir uns jetzt befinden, deren Wirkung wir jetzt in der lückenlosen Versorgung aller Einwohner der kultivierten Welt mit Elektrizität und in der Überspannung ganzer Provinzen und Länder mit elektrischen Leitungen von kaum glaublicher Leistung und Spannung sehen.

Auch diese Epoche wird vielleicht einmal ihren Niederschlag in einer großen Veranstaltung, wie die beiden Ausstellungen es waren, finden, in welcher dann eine spätere Zeit und künftige Geschlechter einen Überblick über das bisher Erreichte auf dem Gebiet der Elektrotechnik und der Elektrizitätswirtschaft sich verschaffen werden.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Der Ehrenraum der Fernmeldetechnik

In dem von dem Münchener Architekten, Professor Jäger, entworfenen stimmungsvollen Ehrenraum, s. a. 1. Umschlagseite, sind die großen Förderer der elektrischen Fernmeldetechnik aller Nationen in 12 von Kunstmaler Professor Karl Bauer hergestellten Porträts mit Hinweis auf ihre größten Leistungen festgehalten. Es sind als Pioniere der Telegrafie: Steinheil, Gauß und Weber, Morse, Siemens, Hughes und Wheatstone, als Pioniere der Telefonie: Philipp Reis, Bell und Pupin und schließlich für die drahtlose Telegrafie: Hertz, Marconi und Braun vertreten. Als besondere Zierde enthält der Saal zwei große Ölgemälde, von welchen das eine, von Sell herrührend, die Legung des unterirdischen Reichstelegrafenkabels Berlin—Köln im Jahre 1878, das andere von Claus Bergen, die transatlantische Kabellegung durch das Kabelschiff „Faraday" im Jahre 1879 darstellt.

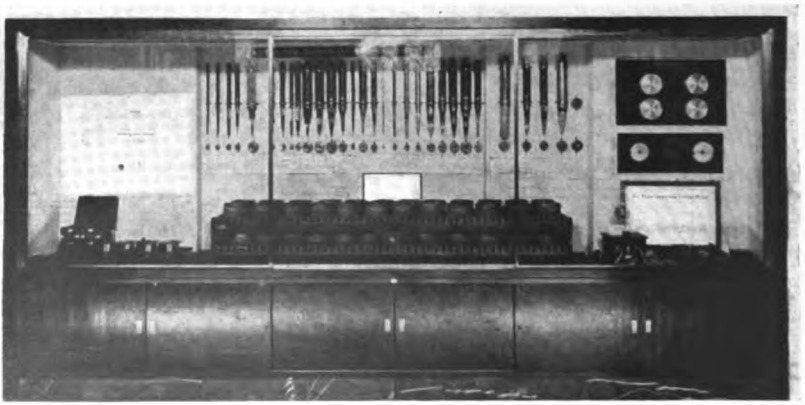
Die in diesem Raum früher vorhandenen Entwicklungsreihen von Telegrafenapparaten, unter denen sich die ersten elektrischen Telegrafen

Digitized by Google

von Sömmering, Gauß und Weber, Steinheil, Morse, Siemens, Wheatstone, Baudot u. a. befinden, wurden durch die neuesten Apparate wie den Pendeltelegrafen und den Schnelltelegrafen von Siemens, den Springschreiber nach Morkrum-Kleinschmidt der Lorenz A. G. ergänzt.

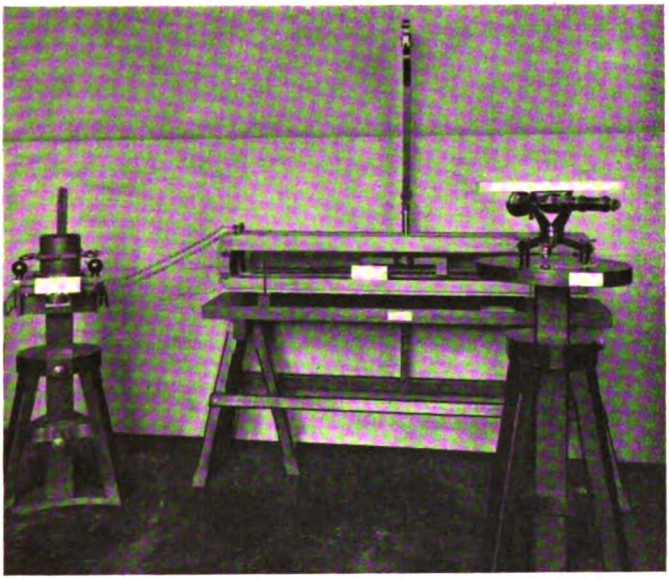
Durch eine Reihe vom Telegraphentechnischen Reichsamt, Abteilung München, neu geschaffener, von den Besuchern selbst zu bedienender Demonstrationseinrichtungen, werden die Vorgänge in der Leitung veranschaulicht. Zunächst wird die Dämpfung der elektrischen Schwingungen in langen Leitungen und ihre Verringerung durch induktive Belastung an zwei mechanischen Wellenapparaten mit unbelastetem und belastetem Band gezeigt. Ferner können an zwei Demonstrationsschalttafeln die Reichweiten der Telegrafie und Telefonie auf Freileitungen und Kabeln und ihre Vergrößerung durch Relais, Verstärkerröhre und Pupinspule studiert werden. Auch die gleichzeitige Beförderung von mehreren Telegrammen auf einer Leitung ist durch eine Demonstration des Gegensprechens und der durch die Siebketten ermöglichten Wechselstromtelegrafie veranschaulicht. Schließlich werden mit Hilfe von Versuchsaufnahmen auf Schallplatten wiedergegeben die interessanten Vorgänge des Echos und der Phasenverzerrung auf langen Telefonleitungen und ihre Behebung.

Dr. Fuchs.



Originalapparat, mit dem Pupin seine Versuche über die Beseitigung der Ladungserscheinungen in Telefonleitungen angestellt hat

Digitized by Google



Nachbildung des ersten elektro-magnetischen Telegrafen von Gauß und Weber, 1833

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen. (Als Einzelheft vergriffen.)
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: O. von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4,50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

Schrank im Deutschen Museum mit Originalapparaten
von Philipp Reis

Digitized by Google

EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

FRIEDRICH KOENIG

DER ERFINDER DER DRUCKMASCHINE
EIN PIONIER DER DEUTSCHEN MASCHINENINDUSTRIE

VON

ALBRECHT BOLZA

DI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1,—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50,
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Tagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG HEFT 1

FRIEDRICH KOENIG

DER ERFINDER DER DRUCKMASCHINE, EIN PIONIER DER DEUTSCHEN MASCHINENINDUSTRIE

VON

ALBRECHT BOLZA

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Triasdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

Friedrich Koenig

der Erfinder der Druckmaschine, ein Pionier der deutschen Maschinenindustrie

Zu seinem 100. Todestag am 17. Januar 1933

Von *Albrecht Bolza,* Würzburg

„Männer machen die Geschichte" sagte einmal *Heinrich von Treitschke*, ein Ausspruch, der fast zum geflügelten Wort geworden ist. Hierbei dachte Treitschke seiner ganzen Einstellung nach wohl in erster Linie an die politische Geschichte, die ja auch ungezählte Beispiele zur Erhärtung dieser Auffassung liefert. Ohne Zweifel läßt sich der lapidare Satz Treitschkes auch auf das weite Gebiet der Kulturgeschichte, insbesondere auch auf denjenigen Teil derselben, der sich mit der Erforschung, Erschließung und praktischen Verwertung der Natur und ihrer Kräfte befaßt, also der Naturwissenschaft und Technik, anwenden. Aber auch hier wie bei der politischen Geschichte sind gewisse Einschränkungen zu machen. Der Mann ist viel — aber nicht alles. Die Wirkung eines Napoleon ist nur zu verstehen aus der vorangegangenen inneren Entwicklung des französischen Staates und Volkes, des auf die Spitze getriebenen Absolutismus und der Entwicklung, die die daraus entsprungene Revolution genommen hatte. Die Gründung des Deutschen Reiches durch Bismarck war nur denkbar auf dem Boden, den die patriotische Erhebung der Freiheitskriege und die nationale Begeisterung des Jahres 1848 geschaffen hatte.

So ist es auch mit den großen Männern, die uns die Kulturgeschichte zeigt, insbesondere den Heroen der Naturwissenschaft und Technik, zu denen auch *Friedrich Koenig* zu zählen ist. Diese Betrachtungsweise setzte das Verdienst großer Männer nicht um ein Jota herab, aber sie gibt das richtige Augenmaß für ihre Beurteilung und bewahrt vor Überschwänglichkeit, einem der größten Fehler des Geschichtsschreibers.

Auch die Erfindung der Druckmaschine, Koenigs unsterbliches Verdienst, ist nicht vom Himmel gefallen. Es mußten sehr viele Voraussetzungen gegeben sein, daß sie möglich wurde und sich durchsetzen konnte. Die erste war ein relativ hoher Stand der mechanischen Technologie. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war dieser Stand in England insoweit erreicht, daß man dort bereits Dampfmaschinen, Spinnmaschinen, mechanische Webstühle und vieler-

Digitized by Google

lei andere, schon recht komplizierte Erzeugnisse aus Eisen, Stahl und Bronze herzustellen vermochte. Die zweite Voraussetzung war, daß man Druckpapiere in beliebigen Größen und Mengen wirtschaftlich herzustellen verstand; dies wurde am Anfang des 19. Jahrhunderts erreicht durch die Erfindung der Papiermaschine. Die dritte Voraussetzung, vielleicht nicht gerade für die Erfindung der Druckmaschine, aber für die Möglichkeit ihres Absatzes, war der gesteigerte Bedarf an Druckerzeugnissen. Die französische Revolution hatte diesen, insbesondere eine ungeahnte Entwicklung der Presse gebracht.

Da kam *Koenig* und wurde der Erfinder der Druckmaschine; er war mehr: er hat sie nicht nur erdacht, sondern auch ins Leben gerufen, er war ihr „originator", wie man das im Englischen bezeichnenderweise nennt. *Freiherr v. Cotta* hat Koenigs Druckmaschine später den Namen „Schnellpresse" gegeben, eine Bezeichnung, die sich allgemein eingeführt hat, aber insofern unglücklich war, als es vielerlei „Pressen" gibt, die ganz anderen Zwecken als dem „Drucken" dienen. Koenig selbst nannte seine Maschinen nur „Printing Presses", und wo er deutsch sprach und schrieb, „Druckmaschinen", und so wollen wir sie auch nennen.

Johann Friedrich Gottlob Koenig wurde am 17. April 1774 zu Eisleben geboren. Seine Eltern, Joh. Christoph Koenig und Sophie Christiane geb. Rohse, waren in Eisleben nicht altangesessen. Wann sie sich in Eisleben niederließen, ist nicht sicher. Beide stammten, soweit sich die Spur verfolgen läßt, aus dem Dorfe Bräunrode im südlichen Harz, wo die Vorfahren Bauern und Handwerker gewesen zu sein scheinen. Auch Friedrich Koenigs Vater war „Bürger und Anspänner", wie es im Taufbuch heißt, d. h. Bauer mit eigenem Zugvieh. Von Charakter und geistigen Eigenschaften des Vaters wissen wir wenig. Die Mutter, die hochbetagt erst 1822 starb, war einfach, von kindlicher Frömmigkeit, eine treue Mutter. Die Umgebung, in der er aufwuchs, das typische deutsche Kleinstädtchen Eisleben, konnte ihm auf seinen Lebensweg nichts mitgeben. Er war ein Mann ganz aus sich selbst, wie der zweite große Mann, der in Eisleben das Licht der Welt erblickte, *Dr. Martin Luther*.

Koenig besuchte die Volksschule zu Eisleben und nahm gleichzeitig Teil an dem Privatunterricht, den die Frau des Eislebener Superintendenten Dr. Müller ihren eigenen Kindern erteilen ließ. Frau *Müller* war in erster Ehe mit Pfarrer *Trinius* in Bräunrode verheiratet gewesen und von dorther befreundet mit Koenigs Mutter. Sie war eine geistig nicht unbedeutende Frau, wie aus dem z. T. erhaltenen Briefwechsel mit Koenig hervorgeht, und ist seiner Mutter und ihm selbst eine treue Freundin und Beraterin gewesen in jener ersten Zeit, als die Wogen finanzieller Not über beiden zusammenschlugen und

Digitized by Google

Koenigs Zukunft ungewiß vor ihm lag. 1783 trat Koenig in die Quinta des Gymnasiums zu Eisleben ein. Über seine Fortschritte in der Schule und seine sonstigen Erlebnisse dieser Zeit wissen wir nichts, ebensowenig, bis zu welcher Klasse er sie besuchte. Absolviert hat er

Friedrich Koenig
geb. 17. April 1774 zu Eisleben
gest. 17. Januar 1833 in Oberzell b. Würzburg

das Gymnasium jedenfalls nicht. Sicher ist nur, daß er es nicht länger als bis 1790 besucht haben kann, in welchem Jahre er in die Buchdruckerlehre kam. Da er sicher ein guter Schüler gewesen ist, muß er es doch wohl bis zur Sekunda oder Prima gebracht haben. Der große schriftliche Nachlaß, der noch von ihm vorhanden ist, zeigt uns ihn auch als einen durchaus gebildeten, vorzüglichen Briefsteller,

Digitized by Google

der, was er auch immer zu behandeln hatte, in logisch korrekter und stilistisch vollendeter Weise darzustellen verstand. Man hat den Eindruck, daß er eine gute formale Ausbildung in der Schule genossen haben muß. Der Vater war aber seiner beschränkten Geldverhältnisse wegen nicht in der Lage, den Sohn einen Gelehrtenberuf ergreifen zu lassen und bestimmte ihn zum Buchdrucker. 1790 trat Friedr. Koenig als Lehrling in das angesehene Druck- und Verlagshaus von *Breitkopf & Härtel* in Leipzig ein, wo er als Setzer und Drucker ausgebildet und 1794 in aller Form losgesprochen wurde. Schon 1791 starb sein Vater und die Verhältnisse der Mutter gestalteten sich von da ab noch kümmerlicher. Man hätte nun denken sollen, daß Koenig unter diesen Umständen den erlernten Beruf eines Buchdruckers jetzt ausgeübt hätte, um sich und seiner Mutter den Lebensunterhalt zu verdienen. Wenn wir auch über sein Leben in den nächsten Jahren, also von 1794 bis 1802, mehr oder weniger auf Vermutungen angewiesen sind, so ist doch das eine sicher, daß er damals n i c h t als Buchdrucker arbeitete. In einem Brief aus dem Jahre 1804, an den Leipziger Buchhändler *Göschen* gerichtet, bemerkt er einmal, daß er sich nach Erlernung des Buchdrucks den „Wissenschaften" gewidmet habe, ohne sich darüber zu äußern, welchen Wissenschaften und wie und wo das geschehen. Man wird aber nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß sich schon während seiner Lehrzeit als Buchdrucker und insbesondere bei der beschwerlichen Tätigkeit an der Handpresse der Gedanke seiner bemächtigte, dieses wichtige Werkzeug zur Vervielfältigung geistiger Erzeugnisse zu vervollkommnen und sich zu diesem Zwecke ihm noch völlig fehlende Kenntnisse anzueignen. Diese Kenntnisse lagen im Gebiet der Mathematik, der Naturwissenschaft und des Maschinenbaues. Daß er zu diesem Zwecke an der Universität Leipzig hospitierte, ist nicht zu erweisen. Er muß den Zweck wohl autodidaktisch, durch Selbststudium erreicht haben. D a ß er ihn erreicht hat, ist Tatsache. Denn wir finden ihn später mit guten Kenntnissen aus diesen drei Gebieten ausgerüstet. Auch, nachdem er 1807 in London die Bekanntschaft von *F. A. Bauer* gemacht hatte, der doch in Tübingen studiert, dort den Magistergrad erworben hatte und als Feldmesser und Feinmechaniker ausgebildet war, war es bei dem engen Zusammenarbeiten dieser beiden Männer immer Koenig, der die Berechnungen und Konstruktionen zu seinen Erfindungen ausführte und der auch die Patente ausarbeitete. Von einigen seiner englischen Patente sind noch die Entwürfe von Koenigs eigener Hand vorhanden, die sich kaum von dem endgültigen Wortlaut unterscheiden, den das englische Patentamt ihnen gegeben hat.

Die erste sichere Nachricht, die wir über *Koenig* seit dem Abschlusse seiner Lehrzeit haben, verdanken wir einem noch erhaltenen „Handlungs- und Societätsvertrag", den er am 3. Juli 1802 mit einem

Digitized by Google

Eislebener Jugendbekannten, *Fr. Wilh. Riedel,* und dessen Frau abschloß. Riedel sollte 5000 Taler in die Societät einbringen und Koenig erhielt Vollmacht, dieses Kapital zum Erwerb und zur Errichtung einer Buchhandlung oder auch einer Buchdruckerei nach Koenigs freiem Ermessen zu verwenden. Das Unternehmen sollte unter der Firma Friedr. Koenig & Comp. errichtet werden, die Leitung ausschließlich Koenig überlassen bleiben und die Erträgnisse zu gleichen Teilen zwischen Riedel und Koenig verteilt werden. Sollte der Plan bis Michaelis 1803 nicht verwirklicht sein, so sollte Koenig das Kapital mit 4% Zinsen zurückzahlen. *Riedel* hat das Kapital nie voll eingezahlt, *Koenig* seinerseits die Buchhandlung bis Michaelis 1803 nicht errichtet. Wir erfahren nur, daß er in dieser Zeit einmal in Mainz eine Druckerei gekauft, aber wieder veräußert hat. Dagegen finden wir ihn 1803 in Suhl, dem schon damals wegen seiner Waffenfabrikation bekannten thüringischen Städtchen, wo er in der Werkstätte von *Wolfgang Kummer* mit dem Gelde Riedels mit dessen Einwilligung den ersten Versuch machte, die Druckmaschine zu bauen, mit der er sich offenbar in den vergangenen Jahren, wo uns Nachrichten über sein Verbleiben und seine Tätigkeit fehlen, eifrig beschäftigt hatte. Die Zeichnungen dieser ersten Maschine sind zum größten Teil noch erhalten. Sie befinden sich z. T. im Buchgewerbehaus in Leipzig, z. T. in den Archiven der Firma Koenig & Bauer A. G. Diese hat auch eine Rekonstruktion der Maschine in natürlicher Größe versucht, die in dem kleinen Museum der Firma aufbewahrt wird. Eine ausführliche Beschreibung dieser allerersten Druckmaschine findet sich in den „Beiträgen zur Geschichte der Technik und Industrie", Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure Bd. 17 (1927) S. 5. Koenig hatte anfänglich nur beabsichtigt, das mühselige Einfärben der Form von Hand mittels Lederballen beim Einfahren der Form unter den Drucktiegel und beim Ausfahren derselben mechanisch besorgen zu lassen, und das ist ihm auch offenbar geglückt. Das abwechselnd aus Lederwalzen und blanken Eisenwalzen mit seitlicher Bewegung bestehende Farbwerk diente sowohl zum Verreiben und Verteilen der Farbe als zum Auftragen derselben auf die Form. Es ist der Urtyp aller auch heute noch verwendeten Farbwerke an Druckmaschinen geworden. Während des Baues aber erweiterte Koenig das Programm und versuchte, alle Bewegung, insbesondere auch das Ein- und Ausfahren der Form, das Heben und Senken des Drucktiegels und das Öffnen und Schließen des Rähmchens, das den Druckbogen trägt, mechanisch zu betätigen, so daß nur mehr das Einlegen des weißen und das Abnehmen des bedruckten Bogens von Hand zu geschehen hatte. Alle diese Bewegungen sollten von einem einzigen Antrieb hergeleitet werden, wie dies aus den Zeichnungen ersichtlich ist. Ob ihm dies gelungen ist und ob die Maschine überhaupt vollständig fertiggestellt wurde und regel-

Digitized by Google

recht gedruckt hat, ist nicht mehr zu ermitteln. Wenn man aber bedenkt, daß die Hauptteile der Maschine und sogar die Getriebe größtenteils noch aus Holz waren, so ist es nicht verwunderlich, wenn ein endgültiger Erfolg damit nicht erzielt wurde. Die mechanische Bearbeitung des Eisens und die Kunst des Eisengusses steckte eben damals in Deutschland noch in den Kinderschuhen. Die Erkenntnis, daß der Bau einer mit so vielen beweglichen Teilen ausgestatteten Maschine, wie die Koenig vorschwebende Druckmaschine, mit den damaligen Hilfsmitteln in Deutschland nicht ausgeführt werden konnte, das war der Hauptgewinn, den er bei diesem ersten Versuch in Suhl davontrug.

Zu diesen Schwierigkeiten kamen persönliche Differenzen mit *Wolfg. Kummer,* die ja überall unausbleiblich sind, wo eine noch nicht reife Erfindung in dem Rahmen einer kleinen Fabrikation ausgeführt werden soll, zumal wenn Erfinder und Fabrikant Hitzköpfe sind, wie es hier der Fall gewesen zu sein scheint. Ende 1803 trennte sich *Koenig* von *Kummer* und siedelte nach Meiningen über, wo er sich sehr eingehend mit dem damals in England aufgekommenen Stereotypieverfahren befaßte, ohne indessen auch hierin zu einem abschließenden Resultat zu kommen. Von hier aus zog er in London Erkundigungen darüber ein, welche Aussichten ein Unternehmen, wie das seinige, dort haben würde. Die Antwort war wenig ermutigend; denn es hieß, er müsse „wenig Gepäck und viel Geld" mitbringen. Aber gerade das Geld fehlte ihm. *Riedel* drängte auf Rückzahlung des Darlehns, und Frau *Müller* schrieb ihm einen Brief um den anderen, wie kümmerlich seine Mutter leben müsse. Er selbst hatte keinerlei Einkommen und mußte seinen und seiner Mutter Unterhalt in jungen Jahren durch Aufnahme neuer Schulden bestreiten. Seine Lage war verzweifelt, zumal auch seine von jeher schwache Gesundheit in jenen Jahren besonders viel zu wünschen übrig ließ. Durch all dieses Mißgeschick ließ er sich aber nicht in das Joch eines landläufigen Berufes spannen. Die Idee, eine Druckmaschine zu schaffen, erfüllte ihn trotz des Suhler Mißerfolges so vollständig, daß er all sein Denken und Trachten nur auf dieses Ziel abstellte. Nach den aus London erhaltenen Nachrichten wollte er es zuerst doch noch einmal auf dem Kontinent versuchen, und so finden wir ihn im Herbst 1804 in Würzburg, wo er dem bayerischen Landeskommissär *Graf v. Thürheim* seine Pläne mit einem ausführlichen Memorandum „für den Richterstuhl der großen Mathematiker und Mechaniker zu Würzburg" unterbreitete in der Hoffnung, die bayerische Regierung für seine Sache zu interessieren. Es war wieder ein Fehlschlag. Die ungünstige Finanzlage des Staates wurde als Grund für die Ablehnung angegeben. Während des Aufenthaltes in Würzburg lernte er den damaligen Besitzer des säkularisierten Klosters Oberzell, einen Herrn *Gmelin*, kennen, mit dem er als-

Digitized by Google

bald in Verhandlungen trat wegen eines Societätsverhältnisses. Die großen, wohlerhaltenen Gebäude und die vorhandenen bedeutenden Wasserkräfte hätten sich zu einem Fabrikbetrieb vortrefflich geeignet, aber Betriebskapital konnte *Gmelin* nicht zur Verfügung stellen, und so zerschlug sich auch dieser Plan. Kloster Oberzell hat aber einen so tiefen Eindruck in seiner Erinnerung hinterlassen, daß, als er 12 Jahre später sich entschloß, von England wieder nach Deutschland zurückzukehren, sein erster Gedanke diesem herrlichen Anwesen galt, das er ja dann auch alsbald erwarb, um hier die erste Druckmaschinenfabrik der Welt zu errichten.

Noch von Würzburg aus wandte sich *Koenig* an den damals bekanntesten Leipziger Verleger *J. Göschen*. In einem, im Konzept noch erhaltenen Schreiben machte er ihn mit seiner Person, seiner Idee, seinen bisherigen Schritten zu deren Verwirklichung bekannt und legte das ausführliche Memorandum, das er für die „großen Mathematiker und Mechaniker zu Würzburg" verfaßt hatte, mit den Zeichnungen bei. Hier hatte Koenig wenigstens technisches Verständnis erwartet. Aber er sah sich abermals enttäuscht; Göschen lehnte ab, er meinte, mit einer solchen Maschine könne man vielleicht viel, aber niemals etwas Gutes drucken. Der Fachmann war hier wieder einmal zu kurzsichtig, wie oft, wenn an den Grundlagen seiner zünftigen Gewohnheiten gerüttelt wird. Den nächsten Schritt unternahm der unermüdliche *Koenig* nun persönlich im März 1805 bei dem Direktor der Wiener Staatsdruckerei, *Degen*. Hier fand er zwar technisches Verständnis, aber materielle Unterstützung ebensowenig. Degen empfahl Koenig aber, sich an den Kaiser von Rußland, *Alexander I.*, zu wenden. Koenig tat dies auch in einer Immediateingabe, ein kühner Schritt für einen jungen Mann, der auf nichts hinweisen konnte als eine noch nicht erprobte Idee. Er erhielt jedoch eine Antwort aus Petersburg, die er sich nach Hamburg erbeten hatte. Dorthin war er im Herbst 1805 übergesiedelt und wohnte bei einem Eislebener Bekannten *Böhme*, einem Notenstecher und Verleger, der ihm in freundschaftlicher Weise auch Geld vorgeschossen hatte. In Petersburg verlangte man noch nähere Angaben, und Koenig entschloß sich, um eine langwierige Korrespondenz, die sich ergeben hatte, abzuschneiden, seine Sache persönlich an der Newa zu vertreten, wohin er im Mai 1806 von Lübeck aus in See ging. In Petersburg wurde er von Pontius zu Pilatus geschickt und von Woche zu Woche hingehalten. Müde des Antichambrierens entschloß er sich endlich, von dort direkt nach London zu gehen. Im November 1806 fuhr er zu Schiff dahin. Bei allen seinen Bemühungen, auf dem Kontinent Unterstützung zu finden, hat er nie England aus dem Auge verloren. Noch 1805 in Hamburg erbat er sich durch Vermittlung seiner mütterlichen Freundin, Frau *Müller* in Eisleben, von dem Sächsischen Minister *v. Burgsdorf* ein Empfehlungs-

Digitized by Google

schreiben an den Geh. Leg.-Sekretär *Gebhard* in London. Er erhielt es schließlich auch, mußte sich aber vorher von dem Herrn Minister die patriotische Lektion geben lassen: „Für einen sächsischen Untertan ist doch das Vaterland das Erste, dann, wenn das n i c h t will, kommt das Ausland. S o will es die Pflicht."

So betrat *Koenig* den englischen Boden als Schiffbrüchiger. Hinter sich ließ er eine unfertige Maschine in Suhl, eine große Schuldenlast bei dem selbst in Not geratenen Riedel, bei Böhme in Hamburg und vielen anderen, und eine betagte Mutter, die in kümmerlichsten Verhältnissen meistens von der Unterstützung anderer leben mußte. Seine eigene Gesundheit war durch die Entbehrungen und Aufregungen der letzten Jahre nicht die beste.

Aber trotzdem war sein Ziel auf englischem Boden nicht, seine Verhältnisse durch eine regelrechte Tätigkeit zu ordnen, — so sehr ihm wohl auch das am Herzen lag — er strebte höher. Von Anfang an war sein ganzes Sinnen und Trachten darauf gerichtet, die Idee der Druckmaschine, die er einmal erfaßt hatte, unter den günstigeren Vorbedingungen, die das wirtschaftlich und industriell so fortgeschrittene England bot, zu verwirklichen. Zunächst allerdings mußte er für seinen Lebensunterhalt sorgen, indem er sich sein Brot in einer Druckerei als Arbeiter verdiente. Sein Verdienst mag kümmerlich genug gewesen sein. Schon sehr bald lernte er *F. A. Bauer,* seinen späteren Mitarbeiter und Partner kennen. Aus einem Kassenbuch Bauers vom Januar 1807 geht hervor, daß Koenig mit diesem und einigen anderen Deutschen schon damals eine Wirtschaftsgemeinschaft hatte, daß aber Koenig nie zu den Einzahlenden, sondern stets zu den Empfangenden gehörte. Später hat er sich etwas verbessert, indem er in einer Buchhandlung eines Deutschen, namens *Weise,* arbeitete. Aber schon im März 1807 sehen wir ihn in Verhandlung mit *Thom. Bensley,* einem angesehenen Londoner Buchdrucker. Am 31. März 1807 schloß er mit diesem einen Vorvertrag, der noch erhalten ist, und dem sogleich ein definitives Abkommen folgte, das im Wortlaut leider nicht bekannt ist, von dem wir aber aus einem Brief Koenigs an seine Mutter vom 1. April 1807 erfahren, daß Bensley die Mittel zum Bau von Koenigs Maschine hergeben werde und daß König 14 Jahre lang die Hälfte der Ersparnisse erhalten würde, die Bensley mit der Maschine machen werde. Koenig schätzt diese auf 6000 Taler im Jahr. Über zwei Jahre erfahren wir nun wieder nichts Näheres über den Fortgang der Maschine. Der Kontinentalsperre wegen gelangten nur wenige Postsendungen in den Jahren 1807 bis 1809 über den Kanal, und die wenigen Briefe Koenigs, seiner Mutter und Riedels drehen sich meistens nur um die leidigen Geldangelegenheiten. Der Bau der Maschine zog sich offenbar sehr in die Länge und verschlang immer mehr Geld, denn im August 1809 versuchte *Bensley,* den Besitzer der „Times", Mr. *Walter,*

Digitized by Google

für das Unternehmen zu interessieren; dieser lehnte aber ab. Jedoch schon bald darauf fand Bensley zwei neue Partner in den Londoner Druckereibesitzern *George Woodfall* und *Rich. Taylor,* mit denen am 29. September 1809 ein neuer Vertrag geschlossen wurde. Bensley erhielt $^3/_8$ der Geschäftsanteile, Koenig $^2/_8$, die beiden anderen Gesellschafter zusammen $^3/_8$. Wenn die Maschine 400 oder mehr Drucke in der Stunde lieferte, sollten Koenig für die vor seiner Ankunft in London für die Erfindung gemachten Aufwendungen 1060 Pfund als weiterer Geschäftsanteil angerechnet werden. Von dem Geschäftsgewinn sollte Koenig neben einem monatlichen Gehalt von 20 Pfund $^1/_4$ gehören. Es wurde nun auf Koenigs Namen ein Patent angemeldet, das ihm unter Nr. 3321 im Jahre 1810 erteilt wurde. Aber erst im April 1811 wurde die Maschine vollendet. „Der Bogen H des Annual Register f. 1810, Principal Occurrences, 3000 Auflage, wurde damit gedruckt und ist, dessen bin ich überzeugt, der erste Teil eines Buches, der je mit einer Maschine gedruckt wurde", schreibt *Koenig* in einem Artikel der „Times" vom 8. Dezember 1814 darüber. Die Maschine war im wesentlichen eine Verkörperung dessen, was Koenig in Suhl vorschwebte, es war eine Presse mit auf- und abgehendem flachem Drucktiegel, aber alle Funktionen, mit Ausnahme des Anlegens und Abnehmens des Bogens, wurden mechanisch von einem einzigen Antrieb aus betätigt. Es war also wirklich eine „Maschine". Sie war im Gegensatz zu der Suhler Maschine ganz aus Eisen gebaut und Koenig hatte von den fortgeschrittenen Fabrikationsmethoden Englands in reichem Maße Gebrauch gemacht. Die Maschine lieferte zwar die versprochenen 400 Drucke in der Stunde, aber es war ein äußerst komplizierter Bau und die Herstellungskosten standen in keinem Verhältnis zu dem Gewinn an Druckleistung, der gegenüber der Handpresse, die stündlich 250 Drucke leistete, nur 60 % betrug. Um dieses Verhältnis zu verbessern, wollte Bauer, der schon an dieser ersten Maschine mitgearbeitet hatte, die Maschine mit zwei Druckapparaten bauen, wodurch sie aber noch komplizierter geworden wäre. Koenig schlug dagegen als radikale Lösung den Übergang von der ebenen auf- und abgehenden Druckfläche, dem Tiegel, zur zylindrischen, rotierenden Druckfläche, dem Druckzylinder vor, und schon im Oktober 1811 wurde ihm unter Nr. 3496 ein Patent auf die Zylinderdruckmaschine erteilt. In diesem Patent ist auch bereits die Doppelmaschine, die von einer Form mit zwei Druckzylindern beim Hin- und Hergang der Form je einen Abdruck zu liefern bestimmt war, und die sogenannte „Round about"-Maschine geschützt, deren Leistung noch wesentlich größer sein sollte. Sie hat zwei Druckformen, die um einen Mittelpunkt kreisen und auf diesem Wege 10 kegelförmige Druckzylinder berühren und zehnmal durch kegelförmige Farbwalzen eingeschwärzt werden sollten. Die „Round about", über die Koenig später auch mit den

Digitized by Google

„Times" verhandelte, wurde nie gebaut, teils wegen der Schwierigkeit der Ausführung, teils weil der Bedarf für eine so große stündliche Leistung damals auch bei den „Times" noch nicht vorhanden war.

Der Übergang Koenigs zum zylindrischen Druck hat Veranlassung zu einem heftigen Prioritätsstreit gegeben, den wir hier nicht übergehen können. Er ging aus von Koenigs englischen Nachahmern und von englischen Fachliteraten und wurde vielleicht von jenen nicht frei von Konkurrenzrücksichten, von beiden nicht frei von nationaler Voreingenommenheit geführt. Solche Prioritätsstreitigkeiten führen leicht in das Labyrinth logischer Begriffsbestimmungen und verlieren dann den realen Boden unter den Füßen. Begrifflich ist hier zunächst auseinanderzuhalten das Verfahren des ebenen oder zylindrischen Druckes und die konkrete Druckmaschine zur Ausübung dieses Verfahrens. Der logische Einteilungsgrund ist also beim Verfahren die Gestalt der Druckfläche — eben oder zylindrisch — nicht die Gestalt der Form, was der Deutlichkeit wegen hier festgestellt werden möge. Bei der Druckmaschine ist das unterscheidende Merkmal das Preßorgan, das beim ebenen Druck eine ebene Platte (Tiegel), beim zylindrischen Druck ein Zylinder (Druckzylinder) ist. Die ebene Druckfläche setzt aber auch eine ebene Form voraus (Handpresse, Tiegeldruckpresse), während die zylindrische Druckfläche sowohl mit einer ebenen als einer zylindrischen Form zusammenarbeiten kann (Flachformschnellpresse — Rotationsdruckmaschine). Beide üben das zylindrische Druckverfahren aus, ob dabei von der Rolle oder von geschnittenen Bogen gedruckt wird, ist gleichgültig. In der mechanischen Wirkungsweise besteht der Unterschied darin, daß bei ebener Druckfläche alle Teile der Form gleichzeitig in einem Augenblick abgedruckt werden, bei zylindrischer Druckfläche aber nacheinander in dem Maß, wie die Druckfläche auf der Form oder umgekehrt abgewickelt wird.

Es ist nun kein Zweifel, daß in dem Nicholsonschen Patent die Idee des zylindrischen Druckverfahrens richtig gekennzeichnet ist, und zwar sowohl für ebene als für zylindrische Formen. Ebenso zweifellos ist, daß die Skizzen, die *Nicholson* dem Patente zur Erläuterung des Verfahrens beigibt, keine Maschine darstellen (es fehlt ihnen vor allem das Merkmal der Zurückführung aller Bewegungen auf einen Antrieb) — trotzdem der Name des Patentes ist: „Patent für eine Maschine oder Instrument neuer Konstruktion zum Druck auf Papier etc.". Die ganze Abfassung des Patentes ist überhaupt sehr unklar, verworren und so allgemein, daß man alles, was man will, hineinlegen kann. Auch beim englischen Patentamt hatte sich eben damals noch nicht die Praxis der scharf umrissenen Kennzeichnung der Sphäre eines Patentes, wie es in den „claims", den Patentansprüchen, heute zum Ausdruck kommt, herausgebildet. Im Gegen-

Digitized by Google

satz zu diesem Nicholsonschen Patent zeichnen sich die Koenigschen durch eine hervorragende Klarheit und Eindeutigkeit aus. Was er sich hat patentieren lassen, waren „Druckmaschinen"; die „Idee des zylindrischen Druckverfahrens" wollte er sich gar nicht schützen lassen und erhob nie Anspruch in dieser Hinsicht. Man hat hier etwas aneinander vorbeigeredet. Aber indem man die Bedeutung der Idee des zylindrischen Druckes so hoch über die Bedeutung der Schöpfung einer Druckmaschine stellte, hat man Koenigs Verdienst herabzusetzen versucht und *Nicholson* einfach als den Erfinder jeder möglichen Druckmaschine bezeichnet. Dies tat hauptsächlich ein bekannter Fachschriftsteller *Thomas C. Hansard* in seinem Werke „Typographia". Ideen liegen, wenn ihre Zeit reif ist, oft auf der Straße; sie aufzuheben und sie der Welt zu zeigen, ist bisweilen nicht schwer, — aber Mittel zu finden, sie in die Wirklichkeit umzusetzen, das erfordert einen Mann, einen Erfinder. So kann man ruhig Nicholson das Verdienst lassen, zuerst die Idee des zylindrischen Druckes schriftlich niedergelegt zu haben. Der Erfinder der Druckmaschine aber war nicht er, sondern Koenig. Übrigens hat man diesem auch in England schließlich Gerechtigkeit widerfahren lassen und nennt ihn heute allgemein „the inventor of the cylinder printing press". Wir pflegen ihn den „Erfinder der Schnellpresse" zu nennen und sagen damit das Gleiche, da nach dem heutigen Sprachgebrauch „Schnellpresse" genau das ist, was der Engländer „cylinder printing press" nennt. So wäre es also einmal wieder der Streit um des Kaisers Bart gewesen! Besser würden wir Koenig allerdings „Erfinder der Druckmaschine" nennen; denn schon seine erste Londoner Maschine von 1811 mit ebener Druckfläche war eine „Maschine", sicher die erste Druckmaschine, die je gebaut wurde.

Koenig selbst hat sich zu der Frage, ob er von Nicholson irgendwelche Anregung erfahren habe, selbst sehr ausführlich und in seiner wunderbar klaren Art im Jahre 1827 in dem „Handbuch der Buchdruckerkunst", herausgegeben von der Andräischen Buchhandlung in Frankfurt a. M., geäußert, wobei er sich hauptsächlich gegen die grundfalsche Darstellung *Th. C. Hansards* wendet. Er erzählt, daß er 1807 auf Nicholson's Patent aufmerksam gemacht, es mit *Bensley* zusammen gelesen, aber als gänzlich unbrauchbar zur Seite gelegt habe. „Nach wenigen Tagen", schreibt er, „hatte ich Herrn Nicholson und sein Patent vergessen, und ich habe nicht den mindesten Anstand, zu erklären, daß ich weder damals noch in der Folge irgend einen Gedanken von Nicholson entlehnt habe." Er weist dann darauf hin, daß oft zwei Menschen unabhängig voneinander die gleiche Idee haben, wie er z. B. 1802 schon das zylindrische Farbwerk an seiner Suhler Maschine ausgeführt habe, ohne je den Namen Nicholson gehört zu haben, der die Idee einer solchen Art, die Form einzufärben, schon

Digitized by Google

1790 ausgesprochen habe. Er fährt dann fort „so hatte ich schon sehr oft an den zylindrischen Druck gedacht, aber erst im Jahre 1811 eine Art des Gebrauches und eine Anordnung der Teile gefunden, wodurch etwas gewonnen wurde und die noch jetzt bei allen Druckmaschinen von mir und anderen in Anwendung ist."

Wenn er eine Anregung zur Erfindung der Zylinderdruckmaschine von außen erhalten habe, so verdanke er sie nicht Nicholson, sondern höchstens *„Donkin"*. Dieser arbeitete im Jahre 1811, als Koenig noch mit seiner ersten Maschine für ebenen Druck beschäftigt war, gleichfalls an einer Versuchsdruckmaschine, die er Koenig zeigte. Koenig bezeichnet sie als eine „prismatisch-zylindrische", weil sie von einem prismatischen, rotierenden Formträger vermittels eines rotierenden Druckzylinders drucken sollte. Es war ein totgeborenes Kind. Jedoch sagt Koenig darüber: „Wiewohl ich diese seltsame Art von Druck an meiner Maschine nicht brauchen konnte, so gab mir das damals doch einen Anstoß, nochmals auf eine Kombination zu denken, wie die viel einfachere und natürlichere Aktion eines Zylinders auf eine in einer Ebene bewegte Fläche unter den gegebenen Umständen des Bücherdrucks zu bewerkstelligen sei, welche ich dann auch wenige Wochen später fand". Das klingt sehr aufrichtig und natürlich und das war ohne Zweifel der wahre Verhalt.

Wie verkehrt es ist, *Nicholson* als den Erfinder der Druckmaschine hinzustellen, geht schon daraus hervor, daß er selbst, der doch die ganze Entwicklung der Koenigschen Erfindung noch erlebt hat, niemals auch nur den geringsten Versuch machte, Koenig seine Erfindung streitig zu machen, obwohl er als Mann der Feder sehr wohl dazu imstande gewesen wäre und auch das größte materielle Interesse daran gehabt hätte, da er sein Leben lang ein armer Teufel war und mit dem Schuldgefängnis Bekanntschaft gemacht hatte. So muß es dabei bleiben, daß *Koenig* und nicht *Nicholson* der Erfinder der Druckmaschine gewesen ist.

Gleichzeitig wurde in White Cross Street, London-Surrey, eine eigene Werkstätte unter F. A. Bauer's Leitung errichtet und sofort mit dem Bau der ersten Zylindermaschine begonnen, die bereits im Dezember 1812 fertiggestellt war. In 1½ Jahren war sie vollendet, während man zum Bau der ersten Maschine nach dem Prinzip des Tiegeldrucks vier Jahre benötigt hatte. Die Abb. 1 gibt eine deutliche Anschauung, wie Koenigs erste Zylinderdruckmaschine beschaffen war. Sie leistete alles, was man sich versprochen hatte, sie war wesentlich einfacher als die Tiegelpresse und lieferte das Doppelte, nämlich 800 Abdrucke in der Stunde. Damit war die Möglichkeit der wirtschaftlichen Verwertung gegeben. Diese erste Zylinderdruckmaschine ist der Urtyp aller späteren Druckmaschinen für die ebenen Formen geworden und sie unterscheidet sich von einer modernen „Schnellpresse", wie später diese

Digitized by Google

Art der Druckmaschine genannt wurde, weniger als Watt's erste Dampfmaschine von einer heutigen.

Es erging nun sofort eine Einladung an Mr. *Walter,* den Besitzer der „Times". Trotzdem dieser sich früher ablehnend verhalten hatte, sagte er zu. Der Eindruck, den er von der im Druck vorgeführten Maschine gewann, muß überwältigend gewesen sein; denn als er nach zwei Stunden die Werkstätte verließ, hatte Koenig den Auftrag auf zwei Doppel-Druckmaschinen für die „Times" in Händen. Nach zwanzig entbehrungsreichen Jahren eines ruhelosen Erfinderlebens der erste Erfolg, der erste hoffnungsreiche Ausblick in die Zukunft!

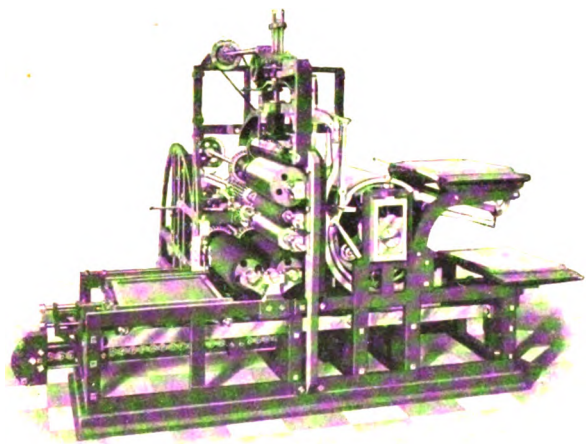


Abb. 1. Koenigs erste Zylinderdruckmaschine, 1812

Bereits in Koenigs zweitem Patent von 1811 war die Doppelmaschine vorgesehen. Von einer hin- und hergehenden Druckform wurde sowohl beim Hin- als beim Rückgang der Druckform je ein Abdruck genommen und zwar von je einem besonderen Druckzylinder. Hatte die erste einfache Druckmaschine 800 Abdrucke geliefert, so konnte allerdings die Doppelmaschine nicht ganz das Doppelte liefern, da das Format der „Times" größer war und der Weg der Form länger sein mußte, als bei der einfachen Maschine, um die beiden großen Druckzylinder und das Farbwerk zwischen den äußersten Stellungen der Form unterbringen zu können. So konnte man nur 1100 Abdrucke je Stunde garantieren. Eine Reihe von Erfahrungen, die bei der ersten Zylindermaschine gemacht wurden, gaben Veranlassung zu Vervollkommnungen, die Koenig in einem dritten Patent Nr. 3725 am 23. 7.

Digitized by Google

1813 niederlegte und die beim Bau der Times-Maschinen gleich verwendet wurden. Nur etwas über zwei Jahre dauerte der Bau dieser zwei großen und komplizierten Maschinen, eine bedeutende Leistung, wenn man erwägt, daß es sich hier um eine Originalschöpfung handelte, zu der keinerlei Vorbilder existierten.

Die Abb. 2 zeigt diese Doppelmaschine. Der Bau der Maschine wurde geheim gehalten, ebenso deren Aufstellung in einem von dem Pressesaal abgesonderten verschlossenen Raum in dem Times Office. Mr. Walter fürchtete nämlich, daß unter seinen Druckern Unruhe entstehen könnte, wenn sie von der Bestellung der Maschinen erführen, die ja in der Tat, wenn sie das Versprochene leistete, 16 Handpressen und 32 Drucker überflüssig machten. Am Abend des 28. November waren die beiden Maschinen und die Dampfmaschine, die sie treiben sollte, betriebsfertig. Den Druckern im Pressesaal wurde die Weisung

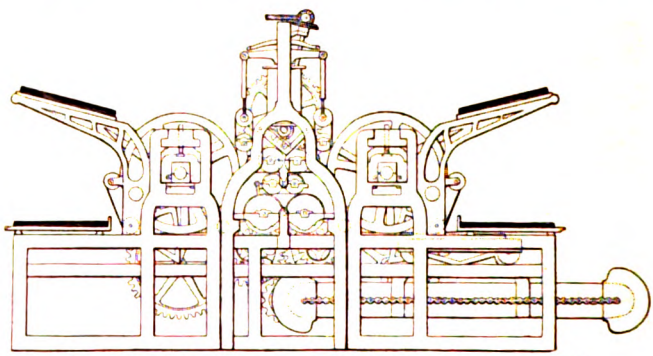


Abb. 2. Koenigs erste Doppel-Druckmaschine, 1814

gegeben, mit dem Beginn des Druckes zu warten, da noch die neuesten Nachrichten vom Kontinent ausstünden. Unterdessen druckten in dem neuen Maschinensaal Koenigs Maschinen in Anwesenheit von Mr. *Walter*, *Koenig* und *Bauer* die ganze Auflage der Times vom 29. 11. 1814 anstandslos herunter. Die noch vorhandenen Exemplare jener denkwürdigen Nummer der „Times" zeigen, daß der Druck mindestens ebenso gut war, wie der auf den seither benutzten Handpressen.

Diese Nacht war ein Höhepunkt in Koenigs Erfinderlaufbahn, und man kann sich denken, mit welchen Glücksempfindungen und Hoffnungen er das Druckereilokal verließ.

Der Leitartikel der „Times" in jener Nummer verkündet dem Publikum in schlichten, eindringlichen Worten das denkwürdige Ereignis: „Unsere heutige Zeitung führt dem Publikum das praktische Resultat

Digitized by Google

der größten Verbesserung vor, welche die Buchdruckerkunst seit ihrer Erfindung erfahren hat", so beginnt der Artikel und so war es auch. „Über die Person des Erfinders", heißt es ferner, „haben wir nur weniges hinzuzufügen. Wie Christopher Wren's herrlichstes Denkmal der von ihm errichtete Bau ist (St. Pauls Kathedrale), so ist der höchste Lobestribut, welchen wir dem Erfinder der Buchdruckmaschine darzubringen vermögen, in der vorstehend von uns skizzierten Andeutung der Macht und des Nutzens seiner Erfindung enthalten. Nur das wollen wir noch sagen, daß der Erfinder, ein Sachse von Geburt, Koenig heißt und daß seine Erfindung unter der Leitung seines Freundes und Landsmannes Bauer ausgeführt worden ist."

Die erfinderische Tätigkeit Koenigs in London war hiermit nicht abgeschlossen. Ein neues Problem griff er an und löste es glänzend: den Bau einer sogenannten Schön- und Widerdruckmaschine. Während die bisherigen Maschinen, die einfache und die doppelte, den Bogen bei einem Durchgang nur auf einer Seite bedruckten, dieser also ein zweites Mal durch die Maschine mußte, um den Druck auch auf der Rückseite zu erhalten, sollte nun der Druck auf Vorder- und Rückseite (der sogenannte Schön- und Widerdruck) in einem Arbeitsgange erfolgen. Auf diese Maschine erhielt Koenig bereits am 24. Dezember 1814 sein viertes englisches Patent Nr. 3838. Außer dem Prinzip des gleichzeitigen Schön- und Widerdruckes war in diesem Patent eine sehr wichtige Neuerung geschützt, nämlich die Anwendung eines beständig und für jeden Druck zweimal umlaufenden kleinen Druckzylinders. Die einfache, wie die doppelte Maschine hatten nämlich große Druckzylinder von dreifachem Bogenumfang und wurden nach je $^1/_3$ Umdrehung stillgehalten, um einen neuen Bogen direkt auf den Zylinder zu legen. Das Anhalten des schweren Zylinders war eine schwierige Aufgabe und erforderte teuere und doch unvollkommene Mechanismen, die bei dem beständig umlaufenden kleinen Zylinder nun wegfielen. Dieses Prinzip ließ sich nun auch auf die einfache Einzylindermaschine anwenden, und so war die vierte und letzte Maschine beschaffen, die Koenig in London baute. Koenig ist somit auch der Erfinder der ersten Zweitourenmaschine, eines Systems, das in den letzten Jahrzehnten erneut eine besondere Bedeutung im Druckmaschinenbau gewonnen hat.

Die erste Schön- und Widerdruckmaschine erhielt der Gesellschafter *Th. Bensley* im Jahre 1816, Abb. 3, die erste einfache Zweitourenmaschine der Gesellschafter *R. Taylor* im Jahre 1817. So hatte Koenig in den wenigen Jahren seines Londoner Aufenthaltes fast sämtliche Typen der Flachformschnellpressen geschaffen, die heute noch in Gebrauch sind: die erste einfache Haltzylinder Schnellpresse, die erste Doppelschnellpresse, die erste Schön- und Widerdruckmaschine, die erste Zweitourenschnellpresse.

Digitized by Google

Wenn ihm trotz dieses großen technischen Erfolges ein materieller Gewinn versagt blieb, so lag das an dem unglücklichen Vertragsverhältnis mit seinen Partnern und dem schlechten Charakter des Maßgebenden unter ihnen, Bensley. Bereits am 22. März 1813 war der ursprüngliche Vertrag vom 29. September 1809 durch einen neuen Vertrag ersetzt worden. Die Anteile blieben die gleichen, Bensley 6, Koenig 4, Taylor 3, Woodfall 3. Neben kleinen Änderungen war in dem Vertrag jetzt bestimmt, daß alle Erfindungen, die Koenig in Zukunft noch machen werde, ohne weiteres der Gesellschaft gehören sollten. Die Anteile sollten nur mit Zustimmung aller Teilhaber verkauft werden können. Unglücklicherweise wünschte R. Taylor sich 1814 von dem Unternehmen zurückzuziehen, und Bensley wollte seine Anteile erwerben, wozu er die Zustimmung der übrigen Gesellschafter benötigte. Auch Koenig gab dieselbe, trotzdem er schon damals Zweifel in Bensleys Loyalität hatte, lediglich aus dem anständigen Gefühle

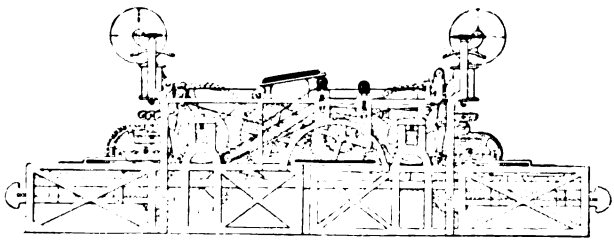


Abb. 3. Koenigs erste Schön- und Widerdruckmaschine, 1816

heraus, daß er ihm trotz allem für seine finanzielle Beihilfe und das Vertrauen, das er in ihn gesetzt hatte, Dank schulde. Damit hatte aber Bensley die Majorität, an der auch nichts geändert wurde, als im Jahre 1815 Bauer auf Kosten der drei anderen Gesellschafter $^1/_{16}$ Anteil gegeben wurde. Koenigs Unglück wurde die Majorität in Bensleys Hand, der alsbald begann, seinen wahren Charakter zu zeigen. Die Triebfeder in Koenigs bisheriger an Entbehrungen und Enttäuschungen reichen Laufbahn war nicht der Wunsch gewesen, ein reicher Mann zu werden, sondern das ideale Streben, der Welt etwas Neues und Großes zu geben. Daß er und auch Bauer daneben den Wunsch hegten, aus der Erfindung, der sie soviel geopfert, und aus dem gemeinsamen Unternehmen jetzt endlich auch Nutzen zu ziehen, das war ein natürliches und vollberechtigtes Bestreben, und es war nur zu erfüllen, wenn Koenigs nunmehr ausgereifte Erfindung in großem Maßstabe angewandt wurde. Hier aber stießen die Geister aufeinander. Bensley

Digitized by Google

hatte allerdings Koenigs Tätigkeit finanziell bis zu dem Punkte unterstützt, wo die praktische Verwertbarkeit seiner Erfindung erwiesen war. Aber er wollte den handgreiflichen großen Gewinn, den das neue Druckverfahren mittels der Maschine dem Drucker brachte, allein einstreichen, der Allgemeinheit und seinen Kollegen aber vorenthalten. Kurzsichtig und habgierig, wie er war, übersah er, daß ihm als dem Hauptgesellschafter ein großer Umsatz von Druckmaschinen einen größeren Vorteil bringen mußte, als wenn er seine Kollegen von dem Vorteil des Maschinendruckes ausschloß. Er vereitelte daher alle Bemühungen Koenigs, die Buchdruckerwelt mit seiner Erfindung bekanntzumachen und eine Werbetätigkeit für dieselbe zu eröffnen. Ja, er ging sogar soweit, die Versendung eines Prospektes, den Koenig verfaßt hatte und der bereits gedruckt war, zu verhindern. Weder Koenigs privat- und volkswirtschaftlich gedankenreichen schriftlichen Ausführungen, noch der Hinweis auf die Unbilligkeit, die darin lag, ihn und *Bauer* der Früchte ihrer Arbeit zu berauben, vermochten Bensleys Verhalten zu ändern. R. Taylor, ein hochanständiger Mann, der Koenigs Standpunkt vollständig teilte, dem aber die Willenskraft fehlte, vermochte auch keinen Einfluß auf Bensley auszuüben. Dieser hatte die Mehrheit und dabei blieb es.

Das Vertrauen zwischen den Gesellschaftern war hierdurch derart erschüttert, daß der bestehende Vertrag, der nicht nur die Ausgestaltung von Koenigs Erfindung, sondern auch deren Ausbeutung bezweckte, keinen Sinn mehr hatte. Es kam dazu, daß die Herstellungskosten der Druckmaschinen in England doch recht bedeutend waren und hieran die Erreichung eines großen Absatzes scheitern konnte. So reifte in Koenig der Gedanke, den Bau der Maschinen nach Deutschland zu verlegen, wo die Arbeitslöhne so unvergleichlich viel niedriger waren, als in England. Der tiefe Stand, auf dem die Eisenindustrie in Deutschland damals sich noch befand, war ihm von seinen Erfahrungen in Suhl her allerdings wohl bekannt, aber er und Bauer hofften, in England soviel gelernt zu haben, um diese Schwierigkeit zu überwinden. Wie wir sehen werden, haben sie sie unterschätzt, aber sind doch schließlich ihrer Herr geworden.

So schlossen denn *Koenig* und *Bauer* mit *Bensley* und *Taylor* am 25. November 1816 einen neuen Vertrag, der im wesentlichen besagte, daß Koenig und Bauer am Rhein, Main oder Neckar eine Fabrik zum Bau von Druckmaschinen gründeten, deren Erzeugnisse in England nur durch die neue Gesellschaft vertrieben werden sollten. Die Londoner Werkstätte sollte aufgelöst, der Ertrag unter die Gesellschafter verteilt werden. Bensley und Taylor verpflichteten sich, bis 24. Dezember 1828 Druckmaschinen weder selbst zu bauen, noch durch andere bauen zu lassen. Der Vertrag wurde für 12 Jahre abgeschlossen. Daß Koenig nach den mit Bensley gesammelten Erfahrungen einen solchen lang-

Digitized by Google

fristigen Vertrag mit ihm einging, ist eigentlich zu verwundern. Einerseits aber war der stets in ihm schlummernde Wunsch, wieder in seine Heimat zurückzukehren, durch die aufreibende Tätigkeit in der Weltstadt London, durch die schlechten Erfahrungen mit Bensley und seine zeitweise sehr schlechte Gesundheit nun so gebieterisch geworden, daß er in die Wagschale seiner Entschließungen fiel, andererseits durfte er hoffen, daß bei den niederen Erzeugungskosten in Deutschland der Verkauf in England so gewinnbringend sein würde, daß Bensley, gewinnsüchtig wie er war, seine Politik doch ändern würde. Schließlich wollte er die Brücken mit England, das doch immer ein wichtiges Absatzgebiet blieb, nicht ganz abbrechen. Jedenfalls unterschrieb Koenig den Vertrag in der loyalen Absicht, ihn zu halten. Anders bei Bensley. Er machte sicher bei Unterschrift die reservatio mentalis, ihn n i c h t zu halten. Denn er mußte schon damals in engen Beziehungen zu *Cowper* und *Applegath* gestanden haben, Koenigs ersten Nachahmern, denen er Koenigs Maschine zeigte und die er sie studieren ließ, ja, er figurierte bereits 1818 als Zeuge auf einem Patent von Cowper & Applegath und ließ sich 1823 eine Maschine von ihnen bauen. Er war ein treuloser und hinterhältiger Mensch, daran ist kein Zweifel. In einem Brief an Mr. *Walter* vom 2. September 1817 schreibt *Koenig:* Bensley gehöre zu den Leuten „who are in the habit of breaking their word every hour of their lives".

Noch in einer anderen Sache hat er Koenig betrogen. Bensley ebenso wie Mr. Walter und Taylor hatten vertragsmäßig für die ihnen gelieferte Druckmaschine eine jährliche Erfinderlizenz an Koenig zu zahlen. Walter und Taylor sind dieser Verpflichtung loyal nachgekommen, Bensley hat Koenig darum betrogen, indem er in schikanöser Weise an der gelieferten Schön- und Widerdruckmaschine kleine Ausstellungen machte, die er dazu benutzte, die Lizenzzahlungen zu verweigern. Bezahlt hat er schließlich nicht einen Schilling.

Und gerade damals bedurfte Koenig so dringend des baren Geldes. Denn gleich nach Abschluß des neuen Vertrages hatte er von London aus Schritte getan, in Deutschland ein für die Errichtung einer Fabrik geeignetes Anwesen zu erwerben. Sofort erinnerte er sich des Klosters Oberzell bei Würzburg, Abb. 4, das er 1804 kennengelernt hatte. Bereits am 10. April 1817 wurde durch seinen Bevollmächtigten, Oberfinanzrat *Nördlinger* aus Stuttgart, einen Freund Bauers, der Kaufvertrag mit dem bayerischen Staat unter sehr günstigen Bedingungen abgeschlossen.

Vor der Abreise hatte Koenig in London noch viele Angelegenheiten zu ordnen. Die einfache Maschine für Taylor mit beständig umlaufendem Zylinder war noch im Bau. Bis zu deren Fertigstellung, die noch Monate dauern konnte, sollte Bauer in London bleiben. Koenig gab ihm Generalvollmacht zur Ordnung aller Angelegenheiten. Er selbst

Digitized by Google

unterrichtete sich noch eingehend über den letzten Stand der Papierfabrikation in England bei seinen Freunden *Dickinson* und *Donkin,* der erste Besitzer der größten Papiermaschinenfabrik, der letztere der erste Erbauer einer Papiermaschine. Er legte hierauf großen Wert, da er schon damals die Errichtung einer Papierfabrik neben der Maschinenfabrik im Auge hatte. Er war sich klar, daß die Überlegenheit der Druckmaschine erst voll zur Geltung kam, wenn man sie für doppelte und vierfache Bogen einrichtete, die aber mit dem alten Handschöpfverfahren nicht hergestellt werden konnten. Koenigs Bemühungen, Bensley noch zur Zahlung der schuldigen Lizenz zu veranlassen,

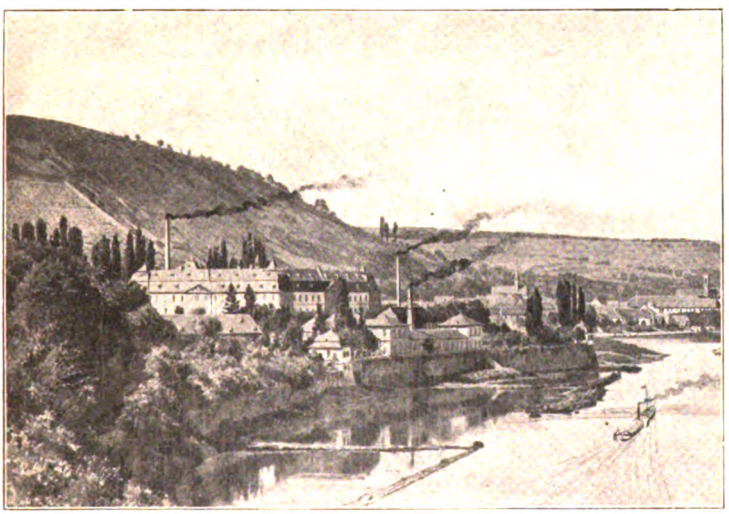


Abb. 4. Kloster Oberzell bei Würzburg
Die Wiege des Druckmaschinenbaues

scheiterten. Er ließ ihn zuletzt mit Verachtung beiseite. Vor der Abreise aber galt es noch, sein künftiges Verhältnis zu Bauer festzulegen. Es geschah in dem Vertrage vom 9. August 1817. Koenig hat diesen Vertrag verfaßt, wie alle wichtigen Schriftstücke seither und in der Folge. Es ist ein gentlemen-agreement im wahren Sinne des Wortes und zeugt von dem hohen Sinn für Billigkeit und Gerechtigkeit, der beide beseelte, und von der schönen Freundschaft zwischen beiden Männern. Es wurde festgestellt, daß das Anwesen Kloster Oberzell alleiniger Besitz Koenigs sei, der es ja auch auf seinen Namen gekauft hatte. Von den Geschäftserträgnissen sollten $^2/_3$ Koenig, $^1/_3$ Bauer zufallen, da Koenig der Erfinder der Druckmaschine sei und sich schon

Digitized by Google

lange, ehe er Bauer kennengelernt, mit der Erfindung beschäftigt und Aufwendungen dafür gemacht habe. Die Einrichtung der Werkstätte solle jedoch zu gleichen Teilen ihr Eigentum sein. Sehr schön ist, was über die Auflösung des Verhältnisses gesagt ist. Es heißt, daß beide Vertragschließende den ernsten Wunsch haben, ihr ganzes Leben zusammen zu bleiben und zusammen zu wirken. Wenn aber doch einmal eine Trennung unumgänglich sei, hielten sie es für unnötig, für diesen Fall Bestimmungen zu treffen: „Die contrahierenden Freunde haben soviel Vertrauen zueinander, zu erwarten, daß selbst die aufgehobene Freundschaft noch Rechte und Pflichten für sie haben werde, die keiner verletzen wurde."

Die Firma des neuen Unternehmens sollte „Koenig & Bauer" sein, ein Name, der seinen guten Klang bis zum heutigen Tage, also 115 Jahre lang, bewahrt hat.

Eine Ehrensache war es Koenig, vor seiner Abreise noch alle jene Schulden zu bereinigen, die er im Herbst 1806 bei seiner Übersiedelung nach London in Deutschland zurückgelassen hatte. Sie wurden alle auf Heller und Pfennig bezahlt. Nur mit *Riedel* konnte wegen dessen überspannter Forderungen eine Einigung nicht gleich erzielt werden. Erst nach Koenigs Rückkehr wurde Riedel für das hingegebene Darlehen im Betrage von rund 3000 Thl. einschließlich Zinsen mit 6000 Thl. reichlich abgefunden.

Am 10. August 1816, fast 10 Jahre nachdem er gelandet war, verließ *Koenig* England, von *Bauer* bis Gravesend begleitet. Was war das Fazit dieser zehn Lebensjahre? Die Erfindung der Druckmaschine, Koenigs großes Werk war abgeschlossen. Vier englische Patente waren sein eigen, die die wichtigsten vier Druckmaschinentypen verkörperten. Mehr noch als das! Diese vier Typen der Druckmaschine waren ausgeführt und hatten im praktischen Druckereibetrieb die Probe bestanden. Das neue Druckverfahren hatte sich bewährt. Aber dieser Erfolg war nur möglich gewesen bei dem schon damals relativ hohen Stande der englischen Eisenindustrie. In Deutschland, ja auf dem Kontinent überhaupt, gab es keine Maschinenfabrik, die so komplizierte Maschinen bauen konnte. Koenig wußte das aus bitterer Erfahrung, und er hat das dankbar anerkannt; er hat viel in England gelernt. Aber warum hatte trotz dieser günstigen Vorbedingungen dort noch nie jemand eine Druckmaschine gebaut oder zu bauen versucht, obgleich seit 1790 das Nicholson'sche Patent existierte, das später so gefliessentlich gegen Koenig ins Feld geführt wurde?

Die Zeit und die Verhältnisse waren reif — aber der geniale Erfinder, die überragende Persönlichkeit, die den entscheidenden Schritt von der Handpresse zur Druckmaschine tat, erstand England und der Welt in *Friedrich Koenig*.

Digitized by Google

Auch die Geldbeschaffung, die ihm auf dem Kontinent mißglückt war, war ihm in England mit seiner schon damals hoch entwickelten Kapitalwirtschaft verhältnismäßig rasch gelungen. Aber auch das ist bezeichnend, daß es Private waren, die das Geld hergaben, während Koenig in Deutschland, in Österreich, in Rußland selbst die Staatshilfe vergeblich angerufen hatte. Allerdings hat der niederträchtige Charakter des Hauptgeldgebers Bensley ihm die letzte Zeit seines Aufenthaltes in London verbittert und ihn um den materiellen Erfolg seiner Erfindung gebracht, was ihn zu dem unmutigen Ausspruch verleitete, daß er England wohl zu bewundern, aber nicht lieben gelernt habe. Aber von Bensley abgesehen hatte er in England doch viele Beweise treuer Freundschaft erfahren, wie von Taylor, Mr. Walter, Dickinson und selbst von Donkin, seinem Konkurrenten. Immerhin hatte er soviel erübrigt, um vor seiner Abreise seine Privatschulden in Deutschland begleichen und die Anzahlung auf Kloster Oberzell leisten zu können. Weiteres Betriebskapital aber brachte er nicht mit, und es war ein kühnes Unternehmen auf einer so schmalen finanziellen Basis in dem damaligen Deutschland eine Maschinenfabrik zu errichten. Wie in den ersten Jahren seiner Erfindertätigkeit lagerte sich auch jetzt wieder die Geldnot wie ein Schatten über sein Leben, und sie hätte das junge Unternehmen auch zum Erliegen gebracht, wenn nicht die bayerische Regierung einsichtsvoll die Abzahlung für Kloster Oberzell erleichtert und ihm sogar noch ein Darlehen von 20000 fl. gegeben hätte.

Mit dem Verlassen Londons war die eigentliche Erfindertätigkeit, wenn wir darunter nicht nur das Planen, sondern das Ausführen der Pläne verstehen, im wesentlichen abgeschlossen. Der Vervollkommnung ihrer Druckmaschinen war das Augenmerk der beiden Männer in den folgenden Jahren gewidmet. An neuen erfinderischen I d e e n fehlte es allerdings dem regen Kopf Koenigs auch in der Folgezeit nicht. In einem Prospekt, den er später herausgab, erbieten sich Koenig & Bauer, außer einfachen Druckmaschinen, Doppelten Maschinen und Schön- und Widerdruckmaschinen auch Zweifarbenmaschinen, Vierfache Maschinen, und sogar — Rotationsmaschinen zu liefern. Was er über letztere sagt, ist so interessant, daß wir es wörtlich hierher setzen wollen: „Wir hielten noch andere Combinationen — m i t e n d l o s e m P a p i e r — nicht nur für möglich, sondern auch für leicht ausführbar. Allein ob man gleich damit ein ungeheures Resultat erzielen würde, so treten doch nach unserer Meinung soviele praktische Hindernisse, die in der Beschränktheit des Bedarfes und in bestehenden Formen und Gewohnheiten ihren Grund haben, ein, daß wir uns nie zu einem Versuche entschließen konnten, wiewohl wir alle Mittel dazu zur Hand haben." Erst Koenigs Nachfolgern war es vorbehalten, diese Pläne zu verwirklichen, die dem Bedarf der damaligen Zeit um Jahrzehnte vorauseilten.

Digitized by Google

Waren die vergangenen zehn Jahre in London Jahre höchster geistiger und körperlicher Anstrengung für Koenig gewesen, so waren es die ersten zehn Jahre in dem neuen Heim zu Kloster Oberzell nicht minder, ja sie waren vielleicht noch aufreibender. Losgelöst von den Hilfsquellen der englischen Industrie sollte nun hier auf deutschem Boden, wo alles, aber auch alles fehlte, was zu einem solchen Unternehmen nötig war — Facharbeiter und Materialien — eine Fabrik errichtet werden, in der so komplizierte Maschinen gebaut werden sollten, wie die ersten Druckmaschinen es waren. Eine solche Fabrik gab es im Jahre 1817 tatsächlich in Deutschland nicht. In einem Briefe an Mr. *Walter* schreibt *Koenig* in diesem Jahre: „Vor zehn Jahren gab es in Deutschland nichts ähnliches, wie ich zu meinem großen Schaden erfahren habe. In dem berühmten Fabrikorte Suhl wußten die geschicktesten Fabrikarbeiter nicht, daß Gußeisen gedreht und bearbeitet werden kann." Und in diesen zehn Jahren, die von den Napoleonischen Wirren ausgefüllt waren, hatte sich in Deutschland hierin nicht das Geringste geändert. Alle jene Männer, die mit Recht als die Begründer der deutschen Maschinenindustrie gefeiert werden, wie Borsig, Schichau, Hartmann, Keßler, Egestorff, Cramer-Klett, Gruson u. a., Harkort vielleicht ausgenommen, lebten damals noch gar nicht, oder waren noch Kinder. *Koenig* ist daher tatsächlich einer der ersten Begründer der deutschen Maschinenindustrie und ist als solcher, neben seiner Eigenschaft als Erfinder der Druckmaschine, noch gar nicht hinreichend gewürdigt. Ich habe an anderer Stelle schon darauf hingewiesen und wiederhole es hier, um diesen vielseitigen Mann voll zu würdigen.

Am 27. August traf Koenig in Würzburg ein. Eine Stunde vor der Stadt hielt er bei Kloster Oberzell und wollte sein neues Reich inkognito besichtigen. Er wurde aber erkannt und war unangenehm berührt durch die deutschen Bücklinge, deren er sich in England entwohnt hatte. Es war ein schöner Sommertag, und das alte romantische Anwesen mit seinem herrlichen Garten machte ihm einen überwältigenden Eindruck. Den nächsten Tag schrieb er begeistert an *Bauer* darüber, Oberzell im Dezember sei „a fine middle aged Lady", aber Oberzell im August bei Sonnenschein sei „a first-rate beauty of 18 years".

Mit dem Fabrikbetrieb sollte erst nach Bauers Ankunft begonnen werden, die aber erst in Monaten zu erwarten war. Die Zwischenzeit nützte Koenig aus, um mit den ersten Würzburger Behörden, insbesondere mit dem Regierungspräsidenten, *von Asbeck*, Fühlung zu nehmen, Verhandlungen mit bedeutenden deutschen Buchdruckern anzuknüpfen und sich genau darüber zu unterrichten, was an Einrichtungsgegenständen und Werkzeugen für die Werkstätte und an Baumaterialien für den Bau von Druckmaschinen hier zu Lande zu

Digitized by Google

erhalten sei. Bereits am ersten Tage schreibt er an Freiherrn *von Cotta,* den bekannten Drucker und Verleger in Stuttgart und Augsburg und den Oberhofbuchdrucker *Decker* in Berlin, den er schon in London kennengelernt und dem er eine Stanhope-Presse besorgt hatte. In Erwiderung dieser Gefälligkeit hatte Decker Koenigs Neffen, *Carl Helbig*, zur Erlernung des Druckereiwesens bei sich aufgenommen. *Cotta* lehnte ab, *Decker* lud ihn freundlich zu einem Besuche in Berlin ein. Und so sehen wir denn den unermüdlichen Koenig bereits am 10. September wieder unterwegs dahin. Auf der Durchreise besuchte er in Eisleben seine 82jährige Mutter und seine dortigen Jugendfreunde. Von letzteren sagt er in einem Briefe an *Bauer:* „Abgelebt und krumm am Schreibtisch geworden! Ich stand unter ihnen wie ein Jüngling — mon Dieu!, nach allen den Gefahren und Sorgen." Welche anschauliche Gegenüberstellung des im Trotte des kleinstädtischen Alltags verkümmerten Menschen und des im Kampf mit dem Schicksal herumgetriebenen und gewachsenen Mannes! Bei Decker und seinem Schwager *Spener* wurde er auf das freundlichste aufgenommen. Vier Wochen blieb er in Berlin. Spener, begeistert von der Persönlichkeit Koenigs, ließ von dem Bildhauer *Wichmann* eine Büste in Marmor anfertigen. Am 15. Oktober 1817 kam der Kontrakt zustande, wodurch bei Koenig zwei einfache Druckmaschinen bestellt wurden, ein Auftrag, der später in vier Schön- und Widerdruckmaschinen umgewandelt wurde. Die Anwesenheit in Berlin benutzte Koenig, um sich unter der Führung *Krigars* die mechanischen Werkstätten Berlins anzusehen. Er schreibt aber, daß es in ganz Berlin keine „rechtschaffene Drehbank" gäbe.

Auf der Rückreise nahm Koenig seinen Neffen Helbig mit nach Oberzell, wo er zum Mechaniker ausgebildet wurde. Er verließ Koenig später und wurde der Gründer der ersten Konkurrenzfabrik Helbig & Müller in Wien.

Der ununterbrochene Briefwechsel zwischen *Koenig* und *Bauer* in dieser Zeit, der sich hauptsächlich um die Vorbereitungen für die Einrichtung der Fabrik und Beschaffung der Rohmaterialien drehte, gibt eine lebhafte Vorstellung von den Schwierigkeiten, die sich dem Unternehmen entgegenstellten. Nach allen Himmelsrichtungen warf Koenig seine Netze aus, aber das Ergebnis des Fischzuges war selbst über Koenigs Erwarten dürftig. Die Liste der Dinge, die Bauer in London besorgen und mitbringen mußte, wurde immer länger, ganz abgesehen von Werkzeugmaschinen, die alle aus England kommen mußten, zeigte es sich, daß auch keinerlei brauchbare Werkzeuge, nicht einmal für Schreiner und Zimmerleute, geschweige denn für Schmiede, Dreher und Schlosser zu haben waren. Eine Eisen- und Messinggießerei gab es weit und breit nicht, auch diese mußte eingerichtet werden. Die Hauptrohmaterialien, Roheisen, Walzeisen, Stahl, besonders aber Koks

Digitized by Google

waren am Platze und in weitem Umkreise nicht zu haben, und deren Beschaffung aus Belgien und England, woher Wasserfracht möglich war, mußte vorbereitet werden. Sogar die Kochgeschirre und Wirtschaftsgeräte für den Junggesellenhaushalt der beiden Männer waren so unpraktisch und plump, daß sie aus London beschafft wurden. Eine vorbereitende Arbeit war auch, die vorhandenen Wasserkräfte zu messen und durch neue Stollen zu vermehren, denn die Aufstellung einer Dampfmaschine war vorläufig nicht geplant.

Bauer hatte inzwischen in London die Zweitourenmaschine für Taylor fertiggestellt, die unendliche Menge von Gegenständen, die Koenig für die Eröffnung des Betriebes bestellt hatte, gekauft und versandt und letzte unerquickliche Verhandlungen mit Bensley geführt, bis Koenig ihm die Weisung gegeben, alle Verhandlungen mit diesem „cheat and scoundrel" abzubrechen. Noch kurz vor seiner Abreise schloß *Bauer* mit Mr. *Walter* einen Vertrag ab wegen Umbaues seiner beiden Maschinen für beständig umlaufende Druckzylinder nach Koenigs 4. Patent, wodurch eine Erhöhung der Geschwindigkeit von 1100 auf 1400 Bogen pro Stunde erreicht werden sollte.

Am 28. Mai 1818 traf Bauer endlich, von Koenig sehnlichst erwartet, ein. Erhebend ist es, aus dem Briefwechsel das schöne freundschaftliche Verhältnis der beiden Männer zu sehen; besonders von seiten Koenigs war es von großer Wärme. Im November 1817 schrieb er an *Bauer:* „Ich habe viele meiner Jugendfreunde wiedergesehen; es liegt aber keiner meinem Herzen so nahe als Du. Ich erwarte Dich mit Sehnsucht." Und später: „Wenn Du nur erst bei mir wärest! Ich habe bisweilen eine schmerzliche Sehnsucht nach Dir."

Die Werkzeugmaschinen, Werkzeuge und sonstigen unendlichen Gegenstände, die Koenig bestellt hatte, waren inzwischen in Oberzell eingetroffen. Die Schlosserwerkstätte, Schmiede, Schreinerei stand fertig. Die Eisen- und Messinggießerei sollte im Jahre 1818 noch in Betrieb kommen. Bisher war alles Prolog. Das eigentliche Stück sollte nun beginnen, und es handelte sich jetzt darum, diese Werkstätten mit fachkkundigen Arbeitern zu bevölkern. Da erhob sich nun eine neue Schwierigkeit, die Koenig wohl geahnt, aber doch nicht in ihrer ganzen Größe erkannt hatte. Bauer hatte nur einen einzigen Dreherei-Vorarbeiter aus London mitbringen können, trotzdem Koenig ihn immer ersucht hatte, für die einzelnen Werkstätten wenigstens je einen Lehrmeister zu gewinnen. Aber niemand hatte sich zu dem gewagten Sprung bereitfinden lassen. So mußte denn notgedrungen Bauer selbst den Lehrmeister machen. Aber was für Arbeitermaterial hatte er vor sich? Zunächst versuchte man es natürlich mit zünftigen Arbeitern, Schlossern, Drechslern, Schmieden und Schreinern. Aber es zeigte sich bald, daß es unmöglich war, mit diesen Leuten eine Fabrik zu betreiben. *Koenig* schreibt darüber sehr anschaulich an

Digitized by Google

Mr. *Edwards*, den technischen Leiter der „Times", zur Begründung der verspäteten Lieferung der Teile für den Umbau der „Times"-Maschine: „Der Hauptübelstand ist im Mangel geeigneter tüchtiger Arbeiter begründet; hierzulande befinden sich die Geschäfte noch in einem Zustand, in dem sie in England vor 70 oder 100 Jahren waren: — die Modellmacher sind Zimmerleute — die Eisen- und Messingarbeiter Schlosser und Grobschmiede. Sie vereinigen sich in Zünften und wandern im Lande umher von einem kleinen Meister zum andern. Wir hatten im vorigen Jahre deren eine Anzahl zusammengebracht, aber nachdem wir zehnmal mehr Unverschämtheit, Einbildung, Verkehrtheit und Pfuscherei über uns hatten ergehen lassen, als sich irgendein englischer Meister gefallen lassen würde, fanden wir es unerträglich, mit diesen Menschen weiterzuarbeiten." So wurden alle an die Luft gesetzt und dafür junge Burschen aus dem benachbarten Dorfe Zell am Main, meistens Häcker, eingestellt, die zwar nicht von Einbildung geplagt waren, da sie nie eine Feile gesehen hatten, denen *Bauer* aber nun die allerersten Begriffe des Mechanikers beibringen mußte. „Herr Bauer unterrichtet von früh bis spät gleich einem Schulmeister.... Wir müssen Schlachten schlagen mit Rekruten!" heißt es an anderer Stelle.

Mit Lehrlingen also wurde unter Bauers Leitung die Fabrikation begonnen, und die erste Arbeit, der Umbau der „Times"-Maschinen, war gleich eine schwierige Ingenieurleistung. Am 15. Oktober 1818 sollten die Teile in London sein — am 19. November 1819 gingen sie endlich von Oberzell ab. Mr. Walter war diese Verzögerung unverständlich; konnte er sich doch keine Vorstellung davon machen, wie rückständig die Verhältnisse des deutschen Gewerbes damals noch waren. Fast wäre die schöne Freundschaft, die Koenig mit Walter verband, daran gescheitert. Erst als der Umbau sich glänzend bewährte und stündlich die Leistung tatsächlich von 1100 auf 1400 Drucke erhöht wurde, lenkte er wieder ein und ist bis zu seinem Tode Koenig ein treuer Freund geblieben.

Unter diesen erschwerenden Umständen war natürlich der Bau der beiden Maschinen für Decker und Spener in Berlin, die vertragsmäßig im März 1820 zu liefern waren, ebenfalls sehr in Rückstand geblieben. War doch erst Ende 1818 die Gießerei fertiggestellt worden, wobei das selbstangefertigte Zylinder-Gebläse aus einem alten Klosterfaß hergestellt worden war. Am 28. Januar 1819 war es zum ersten Male zu einem Guß gekommen. Der Auftrag Deckers und Speners war übrigens im Laufe des Jahres 1819 dahin abgeändert worden, daß anstatt zweier einfacher nun zwei doppelte Maschinen geliefert werden sollten. Da starb unerwartet am 28. August 1819 *Decker*. Seine Erben lösten das Verhältnis mit Spener auf, und die beiden Maschinen, die ursprünglich in einem gemeinsamen Lokal aufgestellt werden und

Digitized by Google

sich so gegenseitig als Reserve dienen sollten, sollten nun getrennt betrieben werden. Aus Gründen der Sicherheit glaubte nun jede Partei, eine Reservemaschine haben zu müssen, und gleichzeitig entschlossen beide sich, anstatt Doppelmaschinen je zwei Schön- und Widerdruckmaschinen zu bestellen. So wurden nun aus den ursprünglichen zwei einfachen Maschinen v i e r Schön- und Widerdruckmaschinen. So erwünscht auch diese Vergrößerung des Auftrages war, so bereitete doch bei der noch so geringen Leistungsfähigkeit der Fabrik die Einhaltung der Lieferzeit, trotzdem sie etwas hinausgerückt worden war, den beiden Männern große Sorge. Die Sachwalter der Erben Decker trugen den außergewöhnlichen Umständen verständnisvoll Rechnung, *Spener* aber wurde höchst unangenehm. Er war schon gereizt, daß er eine Reservemaschine bestellen mußte, obgleich hieran nicht Koenig, sondern allein seine Trennung von Decker schuld war. Der Briefwechsel über dieses Thema nahm eine sehr scharfe Form an. Am 4. Januar 1820 schrieb *Spener:* „Meine Lage fordert also eine zweite Completing-Maschine, wenn ich nicht auf vulkanischem Boden stehen will. Dieser Gedanke, daß der bisher freie, selbständige, unabhängige Mann nun von der Maschine abhängig gemacht und durch sie an den Boden gefesselt worden ist, raubt mir alle Geistesruhe und allen Frieden der Seele." Es ist interessant zu lesen, wie hier auch der Unternehmer, nicht nur der Arbeiter, das Gefühl hat, durch die Maschine versklavt zu werden.

Koenig, der ein Meister des Briefstils war, ließ es an einer ebenso würdigen, wie klaren und bestimmten Beantwortung der Spenerschen Briefe nie fehlen. Einen Brief vom 2. März 1820 beschließt er mit folgenden Worten: „Es ist zu allen Zeiten das Los der Erfinder gewesen, von dem Kopfschütteln und den Begutachtungen incompetenter Menschen zu leiden, von jedem Wind, den ein Gerücht bringt, affiziert zu werden, und dulden zu müssen, was der gemeinste Handwerker sich bieten zu lassen nicht nötig hat. Wir glaubten diese Periode hinter uns zu haben, und es ist uns sehr unerwartet, uns durch Sie noch einmal darein versetzt zu finden." Trotz dieser zugespitzten Verhältnisse sah Koenig sich gezwungen — und es muß ihm, dem stolzen Manne, schwer genug geworden sein — Spener und auch Decker um weitere Vorschußzahlungen zu bitten, denn die Kassen von Oberzell waren wieder einmal leer. Die Einrichtung der Fabrik hatte das doppelte von dem verschlungen, womit Koenig gerechnet hatte. Die Erben Decker zeigten sich auch hier als billig denkende, feine Menschen, Spener aber wurde nun mißtrauisch und fürchtete, daß er wohl sein Geld loswerden, die Maschinen aber nie zu sehen bekommen würde, und setzte im August 1821 seinen Faktor *Unger* als seinen Vertrauensmann nach Oberzell, um zu berichten, was dort vorging, und den Bau seiner Maschine zu kontrollieren. Die vielen und ausführlichen Briefe, die er

Digitized by Google

an seinen Prinzipal richtete, sind erhalten und geben ein eindringliches Bild von den unendlichen Schwierigkeiten, die die Einführung des Maschinenbaues in der damaligen Zeit in Deutschland verursachte. Man wird an den Virgilschen Satz erinnert: „Tantae molis erat, Romanam condere gentem." Endlich, am 22. Juni 1822 kam die erste Maschine zum Probedruck, der durchaus befriedigend ausfiel. Die anderen drei Maschinen folgten rasch, und die vierte konnte bereits am 1. Oktober 1822 vor einer zahlreichen Versammlung geladener Gäste Probe laufen. Es wurde ein Bogen mit einer auserwählten Anzahl Schillerscher Gedichte gedruckt, die alle einen gewissen Zusammenhang mit dem Streben und dem Leiden des Erfinders hatten.

Im Dezember reiste Bauer nach Berlin, um die vier Maschinen selbst aufzustellen, die erste bei Spener. Schon am 25. Januar 1823 konnte die Nummer 10 der Haude- & Spenerschen Zeitung als erste Auflage darauf gedruckt werden. Es ist die erste Zeitung des Kontinents, die jemals auf einer Druckmaschine hergestellt wurde.

Vier volle Jahre hatte also der Bau dieser vier Maschinen erfordert. Das Schwierigste war nun überwunden. Der Fabrikbetrieb war im Gange, und es war eine größere Anzahl von Schlossern, Drehern, Schreinern, Formern, Schmieden angelernt und einigermaßen an die Fabrikdisziplin gewöhnt. Allerdings war mit dem Dienst dieser Leute immer noch nicht sicher zu rechnen. Die meisten besaßen noch Felder oder Weinberge und betrachteten deren Bestellungen noch immer als ihre erste Aufgabe, ebenso wie sie die Einhaltung der unzähligen Feiertage, die sich aus der Zeit der geistlichen Herrschaft erhalten hatten, und an die sich regelmäßig auch Sauf- und Raufvergnügungen anschlossen, als eine heilige Pflicht ansahen. Aber immerhin war ein großer Fortschritt zum Besseren gemacht.

Noch während des Baues der Maschinen für Decker und Spener hatte im November 1822 Freiherr *von Cotta* für die Druckerei seiner „Allgemeinen Zeitung" in Augsburg gleichfalls eine Schön- und Widerdruckmaschine bestellt, die im Jahre 1824 diesmal von Koenig und seinem Neffen Helbig zugleich mit der aus London bezogenen Dampfmaschine aufgestellt wurde *). So liefen nun fünf Schön- und Widerdruckmaschinen in Deutschland. Es zeigte sich aber, daß diese nur mit Dampfkraft zu treibenden Maschinen für die kleinen deutschen Verhältnisse nicht praktisch und zu teuer waren. Man baute daher in Oberzell nun leichtere Druckmaschinen, sowohl einfache, als Doppelmaschinen, die vermittels eines Vorgeleges durch zwei Mann von Hand

*) Auch eine Dampfheizungsanlage richtete *Koenig* in der Druckerei ein, eine damals ganz neue Sache.

Digitized by Google

getrieben werden konnten. Beide Typen waren nach dem Prinzip der Zweitourenmaschine, also mit beständig umlaufendem Druckzylinder gebaut. Die erste dieser leichten Doppelmaschinen wurde gleichfalls an Cotta, die erste einfache Maschine an die Metzlersche Druckerei in Stuttgart geliefert. Ihnen folgten eine größere Anzahl von Aufträgen in den nächsten Jahren: Das Eis war gebrochen, die Abneigung gegen das maschinelle Druckverfahren überwunden. Eine Anzahl bedeutender Druckereien, unter anderem auch *F. A. Brockhaus* in Leipzig, bestellte nun in Oberzell Druckmaschinen, ja sogar das Ausland zeigte lebhaftes Interesse für die Erzeugnisse dieser jungen deutschen Maschinenindustrie; es liefen Bestellungen aus Holland, der Schweiz, Dänemark, Frankreich, ja sogar Rußland ein. Vielleicht ist die Druckmaschinenindustrie die erste Exportmaschinenindustrie Deutschlands gewesen. Besonders das französische Geschäft entwickelte sich sehr erfreulich, nachdem Koenig einige Wochen in Paris die Verhältnisse studiert hatte. Er war auf dieser Reise auch von seiner jungen anmutigen und begabten Gattin begleitet, die er 1825 — der 49jährige die 17jährige — geheiratet hatte. Sie war die Tochter seiner Jugendgeliebten *Johanna Hoffmann* aus Suhl, von der er sich 1803 trennen mußte, da ihre Eltern die Zustimmung zur Verbindung mit Koenig, dem damals mittel- und aussichtslosen jungen Manne, versagt hatten. Ein eigentümliches Geschick!

Trotzdem Koenigs anfängliche Meinung sich als unrichtig erwiesen hatte, daß der Bedarf Deutschlands mit zwölf Druckmaschinen gedeckt sei, glaubte er doch nicht, daß die Fabrik auf die Dauer allein mit dem Bau von Druckmaschinen voll und gewinnbringend beschäftigt werden könne und behielt den alten Plan der Errichtung einer Papierfabrik immer im Auge. Aus dem gleichen Grund betrieb er auch die Anlage einer Sägemühle. Für diese Zwecke hatte er bei der bayerischen Regierung ein Darlehen von 20 000 fl. aufgenommen. Die Sägemühle wurde nach Zeichnungen des bekannten englischen Ingenieurs *Brunel* auch wirklich eingerichtet und ist bis zur Verlegung der Fabrik in das neue Werk 1901 fast unverändert in Betrieb geblieben. Für die Einrichtung der Papierfabrik reichten die vorhandenen Mittel jedoch nicht. Er verband sich daher mit dem unternehmenden Freiherrn *v. Cotta*, den er bei der Aufstellung der Maschine in Augsburg näher kennengelernt hatte und der $^1/_3$ des Kapitals einschoß. Es wurde die Mühle des ehemaligen Benediktinerklosters Münster-Schwarzach unweit Würzburg zu diesem Zwecke erworben, wo die Papiermaschine aufgestellt wurde, während die Holländer in Oberzell standen. 1828 wurde die Papierfabrikation eröffnet. Es war die dritte mechanische Papierfabrik Deutschlands. Also auch auf dem Gebiete der Papierfabrikation ist Koenig ein Pionier der deutschen Industrie gewesen.

Digitized by Google

Mit Inbetriebsetzung der Papierfabrik war das Unternehmen in dem Rahmen, in dem Koenig es geplant hatte, abgeschlossen. Sein Leben konnte jetzt nach den an Entbehrungen und Enttäuschungen reichen Jugendjahren, nach der aufreibenden Erfindertätigkeit in England, nach den vielleicht noch aufreibenderen Jahren der Fabrikgründung in Oberzell in ein wenn auch tätiges — denn ohne Tätigkeit ist dieser Mann nicht zu denken — so doch ruhiges Fahrwasser eintreten, das auch seinem persönlichen Glück Spielraum zur Entfaltung gab. Die Vorbedingungen schienen gegeben: Geschäftlicher Erfolg und eine äußerst glückliche Ehe, der drei gesunde Kinder, zwei Söhne und eine Tochter, entsprossen waren. Aber das Schicksal hat es nicht gewollt. Die Revolution, die 1830 in Paris ausbrach und die Koenig als liberaler Geist begrüßt hatte, war rasch in kommunistischen Radikalismus ausgeartet, dem auch Koenigs zahlreiche in Frankreich stehende Druckmaschinen zum Opfer fielen. Das französische Geschäft, das beste von allen, hörte auf. In Deutschland war die Wirkung der Revolution eine Verstärkung des reaktionären Druckes und ein lang anhaltender wirtschaftlicher Tiefstand. Die Bestellungen hörten fast auf; im Jahre 1831 waren es noch zwei. Die mühsam herangebildeten Arbeiter, deren es 1829 bereits 130 waren, mußten bis auf 14 entlassen werden. *Koenig* sah sein Lebenswerk zusammenbrechen. Diese Sorge zehrte den Rest seiner von jeher zarten und durch die vielen Jahre übermäßiger Arbeit und Aufregung gebrochenen Gesundheit auf. Zu Ende des Jahres 1831 erlitt er mehrere leichte Schlaganfälle, und mit banger Sorge sah seine Gattin und *Bauer* deren Wiederholung entgegen. Am 15. Januar 1833 trat die Katastrophe ein. Seiner herbeieilenden Gattin rief er noch entgegen: „Mit mir ist's aus!" Dann verlor er das Bewußtsein, um es nicht mehr zu erlangen. Am 17. Januar trat der Tod ein. Koenig wurde in dem ehemaligen Klosterfriedhof, der zum Familienfriedhof bestimmt wurde, beigesetzt. Vor Jahren, als die Wogen einmal wieder über seinem Werke zusammenzuschlagen drohten, hatte er schwermütig an *Bauer* geschrieben: „Nichts fesselt mich an das Leben, das mir keine Genugtuung, keine Ermutigung, ja selbst nicht einmal eine Hoffnung bietet; dagegen quälen mich tausend unangenehme Gedanken, Umstände und Erinnerungen; ich sehne mich oft nach einem Platz im Kirchengarten."

Nun hatte er die Ruhe gefunden! Im Jahre 1842 wurde ihm dort ein würdiges Denkmal gesetzt, Abb. 5, welches das von Koenigs Freund, Professor *Joh. Adam Seuffert* verfaßte schöne Distichon trägt:

„Vorwärts dränget der Geist und die Presse hat zehnfaches Tagwerk,
Daß sie genüge dem Dienst, hast Du ihr Flügel geformt."

Wer sich in das Leben des Mannes einmal versenkt hat, wird nicht ohne Bewegung an seinem Grabmal stehen. Er war ein ganzer

Digitized by Google

Mann, einer von jenen Männern, von denen *Treitschke* gesagt hat, daß sie die Geschichte machen! Nicht als Feldherr oder Staatsmann hat er dabei gewirkt, sondern als Schöpfer eines Werkzeuges, das dem Wort und dem Gedanken eine ungeahnt rasche und vollkommene Vervielfältigung und eine ungeheuere Verbreitung verliehen hat, ohne die unsere heutige Kultur schwer denkbar wäre. Wir Deutsche haben

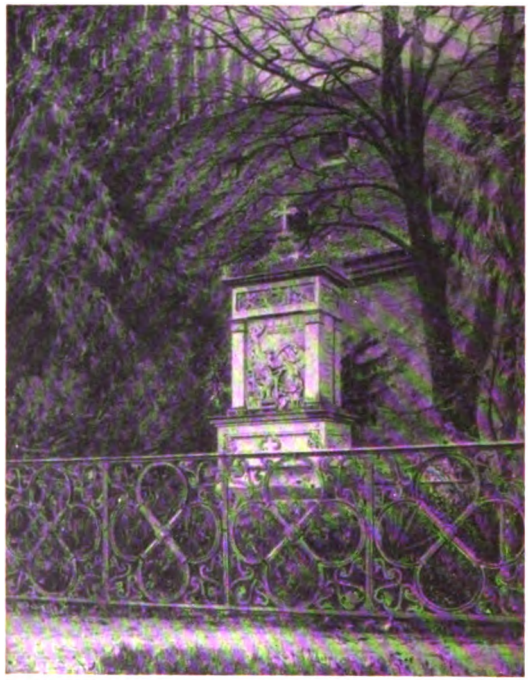


Abb. 5. Grabmal Koenigs in Oberzell

ihm noch zu danken als einem Pionier des Maschinenbaues in unserem Lande und als dem Begründer der deutschen Druckmaschinenindustrie, die wie kaum eine andere den deutschen Namen bis in die entferntesten Winkel des zivilisierten Erdballs getragen hat.

Auch Koenigs Schöpfung, die Schnellpressenfabrik Koenig & Bauer in Würzburg, steht heute nach 115 Jahren noch an der Spitze des von ihm geschaffenen Druckmaschinenbaues und ehrt ihren Gründer, indem sie, Tradition und Fortschritt verbindend, in seinem Sinne an seinem Werke weiterbaut.

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: v. Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

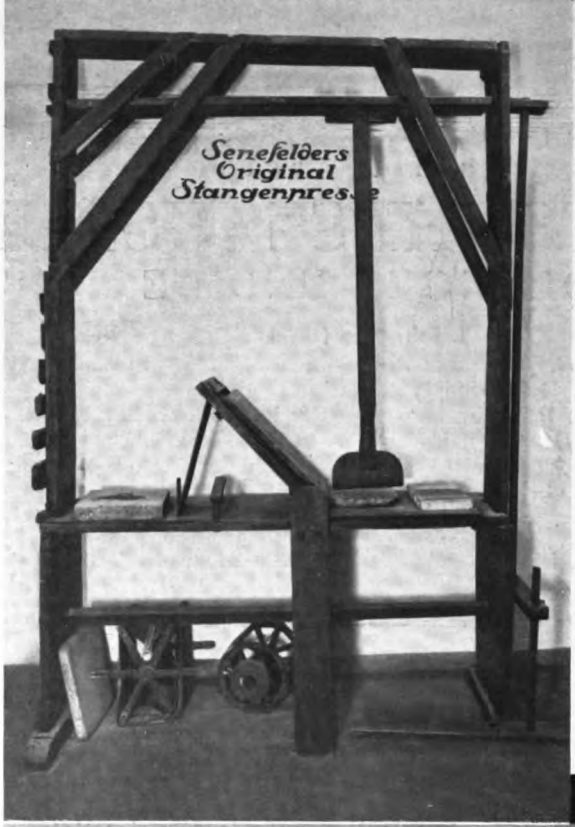
Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: v. Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4,50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

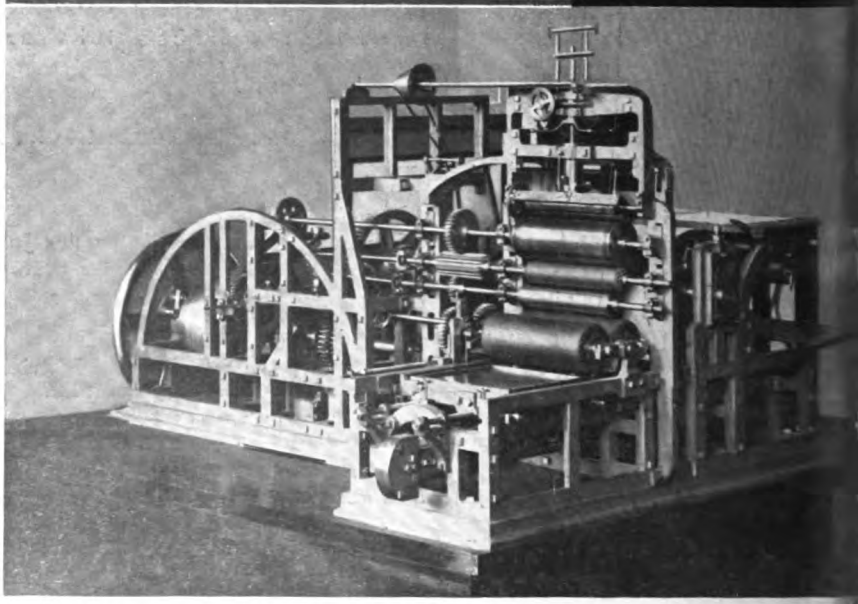
Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google



Senefelders erste Steindruck-
presse aus dem Jahre 17



Erste Zylinderschnellpresse
von Friedrich Koenig.
Betriebsfähige Nachbildung

Digitized by Google

EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

JOHANN KUNCKEL

(1630 bis 1703)

VON

H. MAURACH

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1,—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50.
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Tagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung. Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt einen Blick in den Raum Glasherstellung des Deutschen Museums

Zuschriften sind zu richten an die **Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus**

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG Heft 2

JOHANN KUNCKEL

(1630—1703)

VON

H. MAURACH

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Triasdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

Johann Kunckel
(1630—1703)

Von *H. Maurach*, Frankfurt a. M.

Kunckel und seine Zeitgenossen

Johann Kunckels Tätigkeit im ausgehenden 17. Jahrhundert ist ein Markstein in der Geschichte der deutschen Glaserzeugung, von dem an die wissenschaftliche Durchdringung dieses Stoffes beginnt. Die Herstellung und Verarbeitung des Glases ist eng verknüpft mit der chemischen Wissenschaft einerseits und mit dem Kunstgewerbe andererseits, so daß der Entwicklungsstand dieser Kulturfaktoren auch das Werk Kunckels maßgebend bestimmt hat. Seine Jugend fällt noch in den dreißigjährigen Krieg, der dem Anfang des Jahrhunderts den Stempel aufdrückt. Deutschland insbesondere als Hauptkriegsschauplatz hat sich von den geschlagenen Wunden nur langsam erholt; es kann daher nicht wundernehmen, wenn Wissenschaft und Kunst in Deutschland später zur Entfaltung kommen als in den Nachbarländern. Frankreich erlebte unter Ludwig XIV. sein klassisches Zeitalter; in den Niederlanden ist Kunckel vielleicht Rembrandt, Franz Hals und Spinoza begegnet; während in England Cromwell das Merry Old England Shakespeares zerstört hatte, erstanden in Italien die Schöpfungen Berninis. Deutschland hingegen erlebt die Hochblüte seiner Kunst ein ganzes Menschenalter später; die Barockbauten Bayerns, Frankens, Österreichs sind erst im 18. Jahrhundert entstanden. Erst da hatten sich die vielen Splitter des Heiligen Römischen Reiches soweit innerlich und äußerlich erholt, daß das Schöne neben dem Nützlichen Raum gewann. Es ist ganz klar, daß die monumentale Baukunst wie auch die darstellenden Künste einen gewissen Wohlstand einer kulturtragenden Schicht voraussetzen.

Sind auch die Wissenschaften unabhängiger, so hat doch das Wirtschaftsleben ihre Entwicklung stark beeinflußt. Physik und Chemie stehen hier in bezeichnendem Gegensatz. Die Physik war bedürfnislos; losgelöst von Abhängigkeiten fördernder und hindernder Natur hat sie die Kenntnisse des Mittelalters und die durch die Renaissance neubelebten des klassischen Altertums mit großem Sprung hinter sich gelassen. Die Physik hat in dieser Zeit fundamentale Erkenntnisse gesammelt. Kepler veröffentlicht um 1619 seine Gesetze

Digitized by Google

der Planetenbewegung, zu denen Newton 1686 das allgemeine Gesetz der Gravitation fügt. Auf Grund seiner Kenntnis der Lichtbrechungsgesetze baut Galilei sein Fernrohr auf, Huygens gibt 1656 mit der allgemeinen Wellenlehre die theoretische Grundlage dazu, Olaf Römer mißt 1676 die Geschwindigkeit des Lichtstrahls. Torricelli untersucht um 1640 das Ausströmen von Flüssigkeiten und stellt einen luftleeren Raum her. Otto v. Guericke macht 1650 seine Versuche mit Luftpumpen und Elektrisiermaschinen, Pascal erfindet zur selben Zeit das Barometer und die barometrische Höhenmessung.

Anders verhält sich die Chemie. Sie kommt ohne gewisse materielle Mittel nicht aus. Bei dem damaligen Stand der chemischen Technik und des Handels gehörten sogar sehr beträchtliche Mittel zur Einrichtung eines Laboratoriums. Aus diesem Grund hat ein freier Forschungsbetrieb sich nicht entwickeln können; die Chemie hat den großen Auftrieb, den die Physik erfuhr, entbehren müssen. Sie bewegte sich vielmehr in dem bisherigen, dem Mittelalter entstammenden Rahmen weiter und erhielt von dort ihre eigentümliche Prägung. Sie ist in ihrem Beginn keine freie Wissenschaft, sondern als angewandte Wissenschaft von Anfang an mit ganz bestimmten Berufszweigen verknüpft. Mit dem Apothekenwesen ist sie eng verbunden, doch vor allem ist sie bei der Zunft der Goldmacher und Alchemisten aufgehoben. Das Bemühen, künstliches Gold zu machen und mit einem Schlage ungeheure Reichtümer zu erzeugen, ist nie so stark gewesen wie in dem damaligen Deutschland. Die Alchemisten, die nach dieser großen Kunst forschten, erfuhren jede Förderung von zahlreichen Fürsten, in deren Diensten sie arbeiteten. Laboratorien größten Ausmaßes und reichster Ausstattung entstanden in vielen Städten. Aber ängstlich war man bemüht, alle dort erzielten Ergebnisse geheimzuhalten; nur in verschleierter Form und unvollständig erfuhr die Öffentlichkeit von den Arbeiten der Chemiker. Alle Gewerbe, die chemische Kenntnisse anwandten, vor allem die Glasmacher, und ebenso die Färber, Brauer, Metallschmelzer u. a., waren zunftmäßig organisiert, zum Schweigen verpflichtet; selten fanden neue Verfahren den Weg zur Veröffentlichung, ebenso selten fanden Neuerungen Eingang in die nach alter Überlieferung geführten Betriebe. Ein wirkliches Wissenschaftsleben konnte so nicht bestehen. Zwar wurde eine Menge einzelner chemischer Stoffe neu dargestellt (Kunckel selbst ist der Entdecker des Zinnsulfids, des Knallsilbers, des Salpetersäureäthers sowie einer Methode zum qualitativen Nachweis von Ammoniak); es fehlte aber das Erkennen der allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, das den Laboranten zum Wissenschaftler macht.

Robert Boyle gab in dieser Zeit als erster eine moderne Definition der chemischen Elemente, er blieb unbeachtet; seine Theorie der Verbrennungserscheinungen wurde allgemein abgelehnt. Erst 100 Jahre

Digitized by Google

später hat mit Scheele, Lavoisier, Priestley, Cavendish, Berzelius die Chemie nachgeholt, was ihre Schwesterwissenschaften lange besaßen.

In die zweite Hälfte dieses 17. Jahrhunderts fällt nun die Tätigkeit Johann Kunckels. In seiner Doppelstellung als kurfürstlicher Geheimer Kammerdiener und als wissenschaftlicher Schriftsteller von Ruf ist er ein typisches Beispiel seiner Generation. Mit allen Mitteln versehen, aber dafür durch Verpflichtungen gebunden, steht er an einer Wende der Wissenschaftsgeschichte. Am alchemistischen Goldofen aufgewachsen, mit den dunklen Geheimschriften vieler Adepten vertraut, veröffentlicht Kunckel in schroffem Gegensatz hierzu in der „Ars Vitraria" ein nüchternes Buch der damals modernsten Technik, das durch die Mitteilung experimentell geprüfter Tatsachen für mehr als 100 Jahre nicht überholt wurde. Sein wissenschaftliches Denken ist der Geheimniskrämerei abhold, mit Spott berichtet er über die Bäcker von Torgau, die sogar die Bereitung der Hefe als Zunftgeheimnis so ängstlich hüteten, daß schließlich überhaupt niemand mehr darum wußte. Nur kommerzielle Gründe können seine Veröffentlichungen eingrenzen. Denn als Leiter einer der bedeutendsten Glashütten stand er mitten im Konkurrenzkampf um einen nicht allzu großen Markt.

Der Markt für edle Gefäße aus Glas machte im 17. Jahrhundert eine tiefgreifende Geschmackswandlung durch. Die Zeit der Renaissance hatte ihr höchstes Gefallen an den Gläsern Venedigs und seiner Nachahmer gefunden. Die graziösen Formen, das klare Material, die reiche Farbenskala hatten die Produkte der Werkstätten Muranos zu einem großen Exportartikel für ganz Europa gemacht. Von Italien und Holland aus wurden zahlreiche Versuche unternommen, auch in Deutschland Glas auf venezianische Art herzustellen, aber keiner hatte dauernden Erfolg. Deutschland hingegen hat der Vorherrschaft Venedigs ein Ende bereitet in dem Zeitpunkt, als durch die Veredelung durch Schnitt und Schliff eine ganz andere Formgebung der Gläser aufkam und mit der Technik des Schliffs auch die Technik des farblosen dickwandigen Kristallglases ihren Höhepunkt erreichte.

Bedeutenden Anteil an dieser Wandlung hat die Potsdamer Kristallglashütte, die unter Kunckels Leitung Hervorragendes schuf, noch bedeutender vielleicht ist der Anteil von Kunckels Buch, in welchem er der Öffentlichkeit die Herstellung des neuen Kristallglases mitteilte.

Kunckels Herkunft und Frühzeit

Johann Kunckel entstammt einer alten hessischen Familie, in der das Glasmacherhandwerk seit Generationen erblich war. Die Kunckel werden zusammen mit den *Seitz*, *Wentzel*, *Gundelach* schon in den ältesten Urkunden über das Glaswesen genannt. In der sogenannten

Digitized by Google

Spessart-Ordnung, einem Zunftbrief aus dem Jahre 1406, werden zwei Kunckel als Meister von Glashütten erwähnt. Kunckels Urgroßvater war 1544 Meister der Wendebach-Hütte im Kaufunger Wald bei Kassel. Dessen zweiter Sohn *Franz* wird vom Landgrafen Wilhelm von Hessen 1574 zum Herzog Adolf von Schleswig-Holstein entsandt, um dort eine Glashütte anzulegen. Da er sich sechs Glasergesellen aus Hessen nachkommen läßt, muß seine Hütte einen bedeutenden Umfang gehabt haben, sind doch in den damals üblichen hessischen Hütten nur zwei bis drei Mann am Glasofen tätig. Kunckel muß demnach über beträchtliche Fähigkeiten in dem Bewirtschaften der Rohstoffe und der Leitung technischer Anlagen verfügt haben. Er hat sich schließlich auch in Schleswig durchgesetzt, trotzdem ihm seine sechs Gesellen nach zwei Jahren heimlich durchgebrannt sind. Sein Sohn, der Vater Johann Kunckels, war herzoglicher Hüttenmeister in Hütten bei Rendsburg und ist wohl derselbe *Marx Kunckel*, der um 1650 in Schirrensee bei Kiel eine Glashütte betreibt.

In Hütten, wo neben dem Glasofen auch ein „Goldofen" für den Herzog Friedrich von Holstein stand, ist *Johann Kunckel* geboren. Sein Geburtsjahr ist nicht genau bekannt, doch wird 1630 von *Robert Schmidt*, dem wir die grundlegenden Forschungen verdanken, für das wahrscheinlichste gehalten. Er wuchs auf als „eines Glaskünstlers Sohn und unter ihnen erzogen, auch von Jugend auff in dieser und allerley anderen Feuerkünsten geübet." Eine eigentlich gelehrte Universitätsbildung hat er nicht erworben. Und wenn er sich auch mehr Kenntnisse aneignete als mancher studierte Zeitgenosse, so hat doch stets eine gewisse Empfindlichkeit in diesem Punkte bei Kunckel bestanden, die in seinen literarischen Fehden oft spürbar wird. Später schreibt er: „. . . dann mir kein erfreulicher Zeitvertreib ist, als die ich mit Gelehrten zubringen kan. Denn wann ich gleich nicht viel von ihnen begreiffen kan, so reitzen mich selbige doch durch subtile Quæstiones und Objectiones nur zu mehrerem Nachsinnen an, sonderlich wann sie Liebhaber oder Geübte in der Chymie seyn."

Als junger Mann trat er in die Dienste der Herzöge von Sachsen-Lauenburg, wo er als „Chymicus und Pharmazeut" tätig war. Hier hat er seinen „ersten Anfang in Untersuchung der Metalle genommen". Ein groß angelegter Versuch, durch einen chemischen Prozeß 50 Pfund Quecksilber in reines Silber zu verwandeln, führte nach mehr als sechs Wochen, in denen er Tag und Nacht arbeitete, zu dem Ergebnis, daß sie „nicht einmal vor ein paar Hoffnungs-Narren ein Spital machen" konnten. Ferner berichtet er aus dieser Zeit von der Herstellung von Malerfarben, von denen er später eine große Anzahl in seiner „Ars Vitraria" veröffentlichte. Es scheinen sich lange Wanderjahre anzuschließen, die ihn auch nach Holland führten, wo er die vene-

Digitized by Google

Johann Kunckel von Löwenstern

geb. 1630 in Hütten b. Rendsburg
gest. 20. März 1703 auf einer Reise

Digitized by Google

zianisch-niederländische Glastechnik kennenlernte und Rezepte der Glasmaler und Fayence-Hersteller gegen glastechnische Kenntnisse ausgetauscht hat.

Nachdem er sich schon einen gewissen Ruf erworben hat, wird er vom Kurfürsten *Johann Georg II.* von Sachsen in den Jahren um 1670 als Geheimer Kammerdiener angestellt und als solcher Direktor des Dresdener Laboratoriums. Dieses „Goldhauss, wie man es damahlen genennet", war seit fast 100 Jahren der Schauplatz der phantastischsten und kostspieligsten Versuche gewesen, künstliches Gold herzustellen. Man wies ihm dort Berichte von gelungenen „Prozessen" vor, Abrechnungen über große Summen hergestellten Goldes, und wußte ihn davon zu überzeugen, daß nur die Wirren des dreißigjährigen Krieges schuld daran seien, daß das wertvolle Geheimnis verlorengegangen. Kunckels Aufgabe war nun, den „Prozeß" neu zu entdecken. Daneben benutzte er das großzügig eingerichtete Laboratorium, um naturwissenschaftliche Studien aller Art zu treiben, und veröffentlichte auch einige chemische Schriften. In diese Zeit fällt die Entdeckung des Phosphors, die von einem sächsischen Amtmann *Balduin* gemacht und von Kunckel durch eigene Versuche wiederholt wird. Um diesen neu gefundenen und viel bestaunten Phosphorus vorzuführen, wurde Kunckel vom Leibarzt des Großen Kurfürsten, Dr. *Mentzel,* nach Berlin eingeladen. Er hat dort während eines mehrtägigen Aufenthaltes das Vertrauen des Kurfürsten gewonnen, was ihm später großen Vorteil bringen sollte. Schon damals hat er sich ausgiebig mit glastechnischen Versuchen befaßt. Er hat einen Ofen eigener Bauart in dem Laboratorium errichtet, dessen Vorzüge er rühmt. Was nun seine Hauptaufgabe betraf, so hatte er natürlich keinen Erfolg. Die Beamten des Dresdener Hofes begannen mißtrauisch zu werden. Sie urteilten über die kostspieligen Versuche so: „Könne er Gold machen, dann brauche er kein Geld, könne er solches aber nicht, wozu solle man ihm dann Geld geben?" Er zieht sich nun beargwöhnt von Dresden in das Laboratorium von Annaburg zurück. Auch dort wird er von den Umtrieben seiner Gegner nicht verschont, die es zwar nicht fertigbekommen, das Vertrauen seines Herrn zu erschüttern, aber durch Intrigen ihm sein Gehalt vorenthalten lassen. 1677 beschließt er nach Wittenberg zu gehen und erhält vom Senior der Universität die Erlaubnis, eine Vorlesung über Experimentalchemie zu halten. Seine glastechnischen Versuche muß er zurückstellen und sich mit dem Broterwerb alleine zufrieden geben. Er macht dabei die Feststellung, „daß es ein sauer Bissen Brot ist, von Studiosis sich zu ernehren."

In demselben Jahr 1677, in dem diese unerquicklichen Intrigen spielen, beschließt Kunckel, ein großes Werk über die Glasmacherkunst zu veröffentlichen. Die „Arte Vetraria" des Florentiners *Antonio Neri* ins Deutsche übertragen und mit eigenen Bemerkungen

Digitized by Google

versehen. Zu diesem Zwecke hat er schon in Dresden die meisten Anweisungen und Rezepte Neris systematisch durchexperimentiert, und in dem ersten halben Jahr seiner Tätigkeit in Potsdam, wohin er von Wittenberg berufen wurde, arbeitet er mit Hochdruck, das Versäumte aufzuholen. 1679 erscheint dann bereits seine Neri-Übersetzung. Kunckel hat offenbar alle seine Kenntnisse, abgesehen von denen im Landesinteresse geheimzuhaltenden, mitgeteilt, und gerade dadurch hat sein Buch die große Verbreitung und Bedeutung erlangt.

Kunckels Stellung zur Alchemie

Kunckel wird allgemein als Alchemist bezeichnet. Das ist nur cum grano salis richtig. Er war exakter Naturwissenschaftler, der allerdings von Voraussetzungen ausging, die heute als irrig verlassen sind. Die chemischen Elemente des periodischen Systems waren zu dieser Zeit nicht als solche erkannt, insbesondere aber galten die Metalle als zusammengesetzte und daher auch zusammensetzbare Stoffe. Ob die Grundbestandteile aller Metalle nun Mercurius, Sal, Terra oder Sulphur hießen, war der heftige Streit von Lehrmeinungen, die in ihrem Wesen gleichartig waren. Kunckel war von der Möglichkeit der Umwandlung der Metalle bis an sein Ende überzeugt. Er schreibt: „Wer nicht sehen kann, daß die Transmutatio Metallorum eine gewisse und wahrhafftige Kunst ist, wie etliche aus grober Unwissenheit solche leugnen und spöttlich davon reden, denen gehören Midas-Ohren, und solte man solche Hanshachen, die nichts anderes wissen als die Schelmereyen und Betrüge anzuführen, das Maul mit etwas anderes füllen." Doch will er darunter durchaus keine irgendwie wunderbare Umwandlung der eigentlichen Grundstoffe verstanden wissen.

„Gesetzt . . . . man verwandelt das Quecksilber in Gold, wäre desswegen Species verändert? Nein, Mercurius bleibet Mercurius in seinem Wesen. . . . . Viel anderes ist ein Ding zu reinigen und zu scheiden, als Speciem in Speciem zu transmutieren. Dieses Wort ist mir selber hart und ein Greuel, doch muss ich offt, um der Redens-Art mich dessen gebrauchen."

Die Ausschaltung aller übernatürlichen Kräfte setzt Kunckel in scharfen Gegensatz zu den Alchemisten, die seine Vorgänger im sächsischen Hofdienste waren. Bei seinem Eintritt in das „Goldhauss" wurden ihm Rezepte übergeben, die ausgesprochen magischen Charakter tragen. Die Anordnung von Versuchen wird nach „Allegoria Evang. Luc. Cap. 17" gemacht. Die „Constellation" der Gestirne muß berücksichtigt werden. Das Gelingen der Prozesse ist von der Ablegung eines Gelübdes abhängig, indem man einer Lieblingsspeise für sein Leben abschwört.

Digitized by Google

Ein „Meister", der gewisse Werke vollbringen kann, hat dadurch magische „Macht", er kann einem anderen die Arbeit gebieten oder aber „versprechen", und ähnliche Hexenstücke.

Von solchen Dingen findet man bei Kunckel nichts. Er berichtet von diesen Geheimschriften und setzt als Kommentar nur die trockene Bemerkung des Kurfürsten Augustus dazu, die dieser an den Rand einer solchen Schrift notierte: „Es mag von diesen Possen halten wer da will, ich meines Theils halte nichts davon." Auch Kunckel hielt nichts davon. Er hat den Auftrag erhalten, die überlieferten Prozesse neu auszuarbeiten, und hat sich an die konkreten chemischen Angaben darin gehalten. Er hat sich „auf den sogenannten Regulus Antimonii gelegt", aus dem Blei gemacht werden sollte. Über den Verlauf der Versuche sagt er: „Sein auffnotiertes Gewicht traf akkurat ein und mangelte mir in der Arbeit nichts als das meiste, so denen Chymicis mangelt, nemlich der Effekt". Kunckel hat nie von sich behauptet, daß er „die Kunst" besäße. Eine oft angeführte Stelle, wo er berichtet, daß er aus einem Prozeß 10 Marck Goldes geschieden, ist nur dahin zu verstehen, daß er das in die Lösungen hineingearbeitete Gold wieder herausholte, als man ihn verdächtigte, und es dem Kurfürsten vorwies mit der Bitte, es noch weiter in der Arbeit behalten zu dürfen. Daß der Dr. *Engelleder,* der das „Laboratorium Chymicum" mehr als ein Jahrzehnt nach Kunckels Tode herausgab, in seinem Reklamevorwort schon die vollendete „Tingierung" behauptet, besagt wenig.

Gewiß mag ein gutes Teil von Kunckels Berühmtheit seinem Ruf als Adept zuzuschreiben sein, ebenso gewiß ist, daß er selbst sich nie dafür ausgegeben hat.

Kunckel in Brandenburg

Während seiner Wittenberger Tätigkeit tritt nun die Wendung ein. Kunckel wird zum zweiten Male nach Berlin eingeladen, um seine Meinung abzugeben. Ein gewisser Baron hatte dem Kurfürsten eine Erfindung vorgelegt, „einen Anfang der rechten Tinctur", mit der er aus Silber Gold herstellen wollte. Die untersuchten Proben wiesen tatsächlich den behaupteten Goldgehalt auf. Man schloß einen Vertrag ab, nach dem für die Übermittlung des Rezeptes 15 000 Thaler ausbezahlt werden sollten. Der Baron drängte auf Vorschuß; hierdurch stutzig gemacht, veranlaßte der Kurfürst seinen Arzt Dr. *Mentzel,* Kunckel noch einmal nach Berlin kommen zu lassen. Der Baron, der davon erfahren hatte und ihn im Quartier abfaßte, bot ihm 1000 Taler, wenn er die Sache „in Suspenso lasse". Kunckel wies ihn energisch ab. Bei der Vorführung in Gegenwart des kurfürstlichen Paares war es ihm ein Leichtes, den Schwindel aufzudecken. Alle Tricks der Goldfälscher waren ihm schon begegnet, und er haßte die Betrüger dieser

Digitized by Google

Sorte ganz besonders, weil sie der exakten Forschung dauernd Schlingen legten und die ganze chemische Wissenschaft in der Öffentlichkeit in Mißkredit zu bringen drohten.

Friedrich Wilhelm I. forderte ihn nun auf, in seine Dienste zu treten; Kunckel erhielt eine vorläufige Bestallung als Geheimer Kammerdiener. Da es ihm nicht gelang, in Sachsen die Auszahlung seines rückständigen Gehaltes zu erlangen, kündigte er seinen Dienst dort auf und zog mit Frau und Kindern nach Berlin. Sein Gehalt wurde mit 500 Talern festgesetzt, doch sagte ihm der Kurfürst zu, ihm außerdem noch Zuwendungen zu machen. Im August 1678 übernimmt Kunckel formell die Leitung der Potsdamer Glashütte.

Die erste Glashütte in der Mark Brandenburg wurde im Jahre 1602 in Grimnitz vom Kurfürsten *Joachim Friedrich* angelegt. Mehrere andere Gründungen folgten, bis 1674 der Große Kurfürst in Potsdam selbst, vor allem für die Versorgung des Hofes, eine neue Glashütte „aufm Drewitz" gründete. Es wurde darin sowohl Hohlglas als auch Tafelglas hergestellt. Die Qualität schien aber nicht ganz zu befriedigen, insbesondere da anderwärts bereits ganz klares Kristallglas hergestellt wurde. Dem Kurfürsten lag die Förderung dieses Gewerbes sehr am Herzen, um so mehr als die Hütte Staatseigentum war und durch die Pacht Einkünfte bringen sollte. Er beschloß 1677, eine besondere Kristallglashütte zu errichten, und berief hierzu den Glasmeister *Georg Gundelach*. Dieser hatte bei Dessau schon Kristallglas hergestellt und siedelte im September 1677 nach Drewitz über. Er reorganisierte die Einrichtung und richtete bis zur Erbauung des besonderen Kristallofens einen Werkplatz für sich selbst an dem alten Ofen her, an dem die übrige Fabrikation von dem bisherigen Meister *Jobst Ludwig* weiter betrieben wurde. Inzwischen war auch der Vertrieb neu geregelt. Die Hütte wurde am 8. Januar 1678 für drei Jahre verpachtet. Ein Glasschneider und ein Glasmaler kamen nach Drewitz. Ein Edikt, das die Einfuhr fremden Glases verbot, wurde erlassen.

Am 12. Juli 1678 erhielt Gundelach seine endgültige Bestallung; jedoch wenige Wochen später schon, am 2. August, erhielt er folgenden Befehl vom Kurfürsten aus Wolgast:

„Nachdem Sr. Churfürstl. Durchlaucht zu Brandenburg etc. unseres gnädigsten Herren wille ist, daß Johann Kunckel einige und andere cristalliene Gläser, weil er gute Wissenschaft davon habe, in der Glashütte zu Drewitz angeben solle, Als befehlen Sie hiermit gnädigst, dass der Christallien-Glasmeister dasselbe, was gedachter Kunckel angeben wird, von Ihm annehmen und verfertigen solle."

Kunckel hat sofort sein ganzes Können entfaltet. Aus seiner reichen Erfahrung hat er ein bisher in Potsdam unerreichtes Kristallglas hergestellt, eine Unmenge von Farbtönen im Glas erzeugen können und

Digitized by Google

insbesondere das Goldrubinglas herausgebracht. Er hat in der ersten Zeit seiner Tätigkeit den Rest des Nerischen Werkes, das er in Dresden begonnen, fertig durchgearbeitet und seine Arbeit soweit fördern können, daß im Jahre 1679 sein großes Werk „Ars Vitraria Experimentalis oder Vollkommene Glasmacherkunst" erschien. In demselben Jahr wird auch die geplante besondere Kristallhütte gebaut und zwar auf dem sogenannten „Hakendamm", dicht bei Potsdam. Kunckel hatte die Oberleitung und ließ nach seinen Plänen die Öfen und sonstigen technischen Einrichtungen anlegen, wie er sie auch in seinem Buche mit Abbildungen wiedergibt. Gleichzeitig übernahm Kunckel auch die Hütte als Pächter, wofür er jährlich 150 Taler zu zahlen hatte. Als Meister arbeitet bei ihm *Jobst Ludwig*, während *Gundelach* ausgeschieden zu sein scheint. 1680 wird *Martin Winter*, 1683 *Gottfried Spiller* als Glasschneider nach Potsdam berufen. Durch die Tätigkeit dieser hervorragenden Künstler und ihrer Schule, denen Kunckel durch sein erstklassiges Glasmaterial ganz neue Möglichkeiten eröffnete, blühte die Glasfabrikation zusehends auf. Das Potsdamer Glas stand mit an der Spitze aller Hütten Europas, und Kunckels Ansehen und seine Gunst beim Kurfürsten waren in stetem Steigen.

Schon 1681 erhielt Kunckel ein Geschenk von 1500 Talern zum Ankauf eines Hauses in der Klosterstraße in Berlin. Wenige Jahre später erhielt er ein Darlehen von mehreren tausend Talern zur Gründung eines Bergbauunternehmens. Er war nämlich 1684 auf den Rat des Herrn *von Knyphausen* vom Kurfürsten nach Wernigerode am Harz geschickt worden, um die dort befindlichen Wismut- und Kobalt-Vorkommen zu prüfen. Kunckel beurteilte die Aussichten sehr günstig, da er aus eigener Erfahrung wußte, „dass hierinnen ein grosser Handel besteht, der seiner Churfürstlichen Durchlaucht zu Sachsen nicht wenig einträgt". Die Rohstoffe für das geschätzte Kobaltblau wurden damals aus den Gruben bei Schneeberg im Erzgebirge gewonnen, die er selbst von Dresden aus im amtlichen Auftrage mehrmals besichtigt hatte, und ermöglichten einen bedeutenden Export in die Glashütten und Töpfereien ganz Europas. Um dieses sächsische Monopol zu brechen, gründete er 1685 mit jenem Herrn von Knyphausen eine Gewerkschaft zur Ausbeutung der Wernigeroder Gruben.

Der alten Drewitzer Glashütte war durch Kunckel die Existenzmöglichkeit untergraben worden. 1683 wird dem Pächter ein Teil der Pachtsumme erlassen, wenige Jahre später muß die Hütte eingegangen sein.

Im Jahre 1685 verfügte der Kurfürst „dass Wir unserem geheimden Kammerdiener und Lieben Getreuen Johann Kunckeln, den sogenannten Pfauenwerder bei Potsdam, Erb- und Eigentümlich geschenket". Dort auf der heutigen Pfaueninsel in der Havel darf Kunckel einen Glasofen errichten, in dem er insbesondere die wertvollen Farbgläser

Digitized by Google

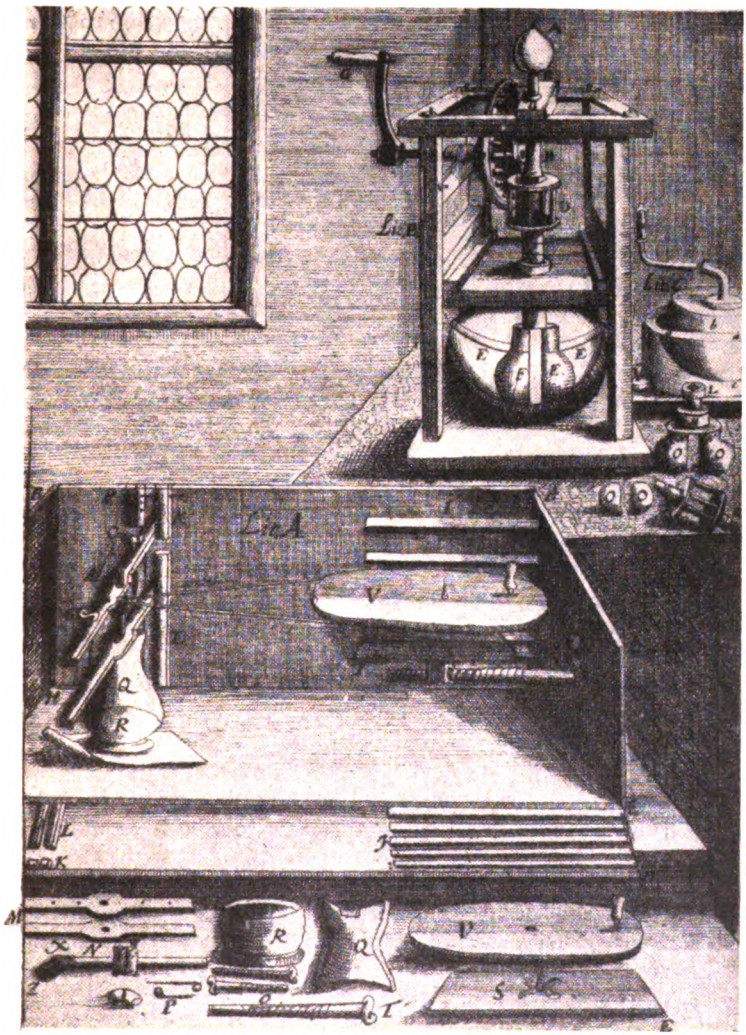


Abbildung aus Kunckels Ars Vitraria Experimentalis
„hält in sich dreyerley Reibmühlen oder Mörsel"

Digitized by Google

sowie die Glasperlen für die afrikanische Handelsfaktorei herstellen soll. Für Kristallglas erhält er zusammen mit seinem Meister Ludwig das Monopol für die Mark Brandenburg, „was aber das Rubinglas wie auch ander gefärbtes Glas betrifft, solches soll vor Ihm, Kunckeln, alleine bleiben, und andere, welche diese Kunst von Ihm und vorerwähntem Glasemeister, Ludwigen, abgelernet, ... hinfüro sich dessen gänzlich enthalten sollen". Als Gegenleistung erhält der Kurfürst und die Guineische Compagnie ein Vorkaufsrecht auf alle Erzeugnisse sowie eine jährliche Lieferung von Glaswaren im Werte von 50 Rthlr. in die Hofkellerei. Auf der Pfaueninsel hat Kunckel auch weiter ausgiebig chemische Studien betrieben; ebenso hat er in seinem Berliner Stadthause ein Laboratorium zu privaten Forschungen eingerichtet. Aus diesen Experimenten ist später das Buch „Laboratorium Chymicum" entstanden.

Im folgenden Jahre schenkte ihm der Kurfürst noch das Schulzengericht Cladow an der Havel sowie die Insel Schwanenwerder am Wannsee. Als weitere Gunstbezeugung ist die Anstellung von Kunckels ältestem Sohn als Verwalter der Berliner Kunstkammer anzusehen, wofür er ein Gehalt von 200 Tlr. erhält.

Kunckels Glück brach zusammen an dem Maitage 1688, an dem sein hoher Gönner die Augen schloß. Der Nachfolger *Friedrich III.*, als König später *Friedrich I.*, trat Kunckel sehr anders entgegen. Er forderte ihn schroff auf, Rechenschaft abzulegen über alle Geldsummen, die er seit seiner Bestallung vor einem Jahrzehnt empfangen. Dieses tiefe Mißtrauen mußte Kunckel schwer kränken. Von über 26 000 Thlr., deren Verwendung er nachweisen soll, kann er 13 744 belegen. Er beruft sich darauf, daß man niemals von ihm Rechnungslegung verlangt habe, daß der Kurfürst für die sehr kostspieligen Versuche jederzeit bereitwillig größere Summen zur Verfügung gestellt habe, und daß er selbst sogar noch sein Vermögen zugesetzt, so daß er außer seinem Haus und den geschenkten Grundstücken nichts sein Eigen nenne. Die lange und unerquickliche Untersuchung der Kammer kommt zu dem Schluß, daß „kein dolus von seiner seiten begangen und er sich mit dergleichen Chymischen operationen selbst mit ruinieret und dahero zum armen Mann geworden". Nichtsdestoweniger verlangte der Kurfürst, daß Kunckel 8000 Thlr. in vierteljährlichen Raten zurückzuzahlen habe. Er erhielt die Erlaubnis, sein Haus zu veräußern und sich auch 3 bis 4 Jahre ins Ausland zu begeben, um die Summen zu beschaffen. Zu diesem Unglück kam hinzu, daß die Hütte auf der Pfaueninsel durch Brandstiftung vernichtet wurde, „was ich dabey gelitten und eingebüsset, ist GOTT bekannt". Daß der stets geförderte Günstling viele Neider und Hasser am Hofe hatte, ist anzunehmen, und hier ist wohl der Urheber der Brandstiftungen zu suchen. Denn auch in der Potsdamer Hütte war im Stall Feuer gelegt worden, das aber glücklicher-

Digitized by Google

weise rechtzeitig gelöscht werden konnte. Häusliches Unglück häufte sich ebenfalls. Im Juni 1688 starb ihm ein Kind in zartem Alter; eine Tochter, die ihm seine Frau im Juli schenkte, starb 4 Wochen später ebenfalls.

Sein Berliner Haus verkaufte Kunckel 1689 an den Herrn von Knyphausen, dem er 1690 auch die Anteile an der Wernigeroder Gewerkschaft abtrat, als dort finanzielle Schwierigkeiten auftauchten.

Die abgebrannte Hütte auf der Pfaueninsel scheint nicht wieder aufgebaut worden zu sein. Auch die Potsdamer Kristallhütte, deren Pächter Kunckel noch war, muß er freiwillig oder gezwungen abgegeben haben, denn 1690 steht sie vor dem Erliegen. Der Kurfürst muß sich notgedrungen an Kunckel wenden und ordnet an, „dass das Glasmachen auf der vor Potsdam gelegenen Glashütte fortgesetzet und dem gewesenen Kammerdiener Kunckeln gegen einer gewissen Arende übergeben werden soll". Ein Vertragsentwurf wird gemacht, ein langes Feilschen um die Bedingungen beginnt; im September 1690 wird die Hütte endlich Kunckel wieder angewiesen. Ein gedeihliches Arbeiten scheint aber unmöglich gewesen zu sein. Angeblich hat er die Hütte schon 1691 an einen Unterpächter weitergegeben. Eine amtliche Denkschrift über die Glashütten in den Brandenburgischen Landen aus diesem Jahre spricht sich über deren Nutzen für den Fiskus sehr ungünstig aus. Kunckels Bericht, der auch angefordert wurde, hat sich leider nicht erhalten. Im selben Jahre kauft Kunckel das Gut Prenden bei Biesenthal und erhält die Erlaubnis, seinen Wohnsitz dorthin zu verlegen, unter der Bedingung, in Berlin einen Stellvertreter zu halten.

Im Jahre darauf, 1692, kommt es nun zu einer Affäre, die Kunckels Verbindungen mit dem Hofe endgültig zerstörte. Die Bergbaugesellschaft in Wernigerode war wieder in Schwierigkeiten. Herr von Knyphausen kam seinen Verpflichtungen nicht nach, gründete eine neue Gesellschaft und ließ durch sie die Gruben weiter ausbeuten. Die Gläubiger wandten sich nun an Kunckel. Dieser ließ sich von dem Bürgermeister und Rat der Stadt Freiberg in Sachsen, einer in Bergwerksangelegenheiten bewanderten Kommune, ein Gutachten ausstellen, das ihm zum Schutz der Gläubiger das Besitzrecht auf die Gruben zusprach. Er fuhr im Sommer nach Wernigerode, löschte die Feuer, riß eigenmächtig die Schlösser ab und legte neue an und ergriff somit formell Besitz von den Anlagen. Knyphausen und seine Teilhaber reichten empört Klage gegen Kunckel ein, dem ein Befehl zuging, daß er „cito wieder nach Hause eilen solle, umb . . . die Potsdammische Glashütte alsofort wieder anzustellen". Kunckel gehorchte nicht, ein Haftbefehl gegen ihn wurde erlassen, Kunckel suchte sich durch Flucht zu entziehen, wurde aber im September festgenommen und nach Spandau gebracht. Hier blieb er bis zum 22. Oktober im Gefängnis. Die weitere Entwicklung der Angelegenheit ist nicht bekannt.

Digitized by Google

Auf jeden Fall aber beschloß der Kurfürst, die Glashütte nunmehr einem anderen zu übergeben. Hierzu bot sich Gelegenheit, als im Herbst 1692 ein Réfugié *Simon de Tournay* in Berlin eintraf, der schon zuvor Glashütten nach venezianischer Art betrieben haben wollte. Am 30. Dezember erging an den Geheimen Kammerdiener Kunckel folgende Order: „Nachdem wir resolvieret haben, durch den frantzösischen Glasmacher Simon de Tournay eine probe des frantzösischen Schauffglases verfertigen zu lassen, Und dann derselbe die auff dem Hackendamm bei Potsdam gelegene Glashütte, welche du bishero inne gehabt, dazu am bequemsten findet, Als befehlen Wir dir hiemit gdst., sothane Glashütte, wann vorhero durch unseren Amtmann Schmitt darüber ein richtiges Inventarium wird verfertiget sein, demselben bis zu ferner gdste. Verordnung einzuräumen, Ihme sonst auch mit allem Erforderlichen gutwillig an hand zu gehen".

Damit war Kunckel, entgegen allen Verträgen, seiner Arbeitsstätte beraubt. Seine Lage hätte sich zweifellos sehr zugespitzt, wenn nicht eine äußere Hilfe gekommen wäre. Im Frühjahr 1693 erreichte ihn eine ehrenvolle Berufung nach Stockholm durch König *Karl XI.* von Schweden. Er erhielt fünf Monate Urlaub, um „daselbst sich in Bergsachen gebrauchen zu lassen", und mußte sich schriftlich zur Rückkehr verpflichten. Am 14. August wird er von Karl XI. zum Königlichen Bergrat ernannt und als *„Kunckel von Löwenstern"* in den Ritterstand erhoben. Bei seiner Rückkehr laborierte der Franzose immer noch in Potsdam; später mußte man in Berlin zugeben, daß *Tournay* „eine grosse Summa Geldes gekostet und garnichts prästiert" hatte. Kunckel war der Scherereien überdrüssig; er war jetzt ein Mann in den Sechzigern, hatte von höfischen Intrigen und dem Ärger des Hüttenbetriebs genug und suchte von Berlin wegzukommen. 1694 wurde ein Vertrag abgeschlossen, demzufolge er gegen Cladow und die Havelinseln ein Rittergut eintauschte, Dreißig-Hufen bei Prenden, Kreis Niederbarnim. Hier geht er nun in Ruhe seinen chemischen Studien nach, „da mir Holtz und Kohlen nicht viel kosteten, und bin auch in der Stille daselbst allein, als gestehe ich in einem Jahre mehr als kaum in 10 anderen erfahren zu haben". Er bereitet die Veröffentlichung seiner gesamten wissenschaftlichen Erkenntnisse vor, unternimmt auch noch mehrere größere Reisen, so 1701 wieder nach Stockholm. Ein kleines Gnadengehalt wird ihm vom Kurfürsten 1698 gestrichen, er muß das Dorf Prenden verkaufen, außerdem vom Kurfürsten ein Moratorium erwirken. *Johann Kunckel* starb am 20. März 1703, anscheinend auf einer Reise; sein Grab ist unbekannt. Das Datum geht aus den Aufzeichnungen verschiedener wissenschaftlicher Körperschaften hervor, deren Mitglied Kunckel gewesen ist. Er hinterließ nur Schulden; sein Gut wurde versteigert, doch konnte es seine Witwe aus eigenem Vermögen wieder erwerben. Sie zog mit ihren drei oder vier

Digitized by Google

überlebenden Kindern bald nach Berlin. Kunckels nachgelassene Vorarbeiten für sein Werk wurden von Dr. *Engelleder* 1716 unter dem Titel „Collegium Physico-Chymicum Experimentale oder Laboratorium Chymicum" herausgegeben.

Das Rubinglas

Kunckels Ruhm ist durch das Rubinglas begründet worden, und bis heute ist dieses Erzeugnis unter seinem Namen bekannt geblieben. Die Geschichte dieses Rubinglases ist äußerst merkwürdig und spiegelt im Ausschnitt die geistige Struktur der Zeit noch einmal wieder. Auf diese Zusammenhänge hat zuerst *Ludwig Fuchs* hingewiesen.

Die Wertschätzung, die das Rubinglas-Material genoß, ist aus der Schönheit und kunstgewerblichen Brauchbarkeit allein nicht zu erklären. Sie muß vielmehr mit in der alchemistischen besonderen Bedeutung des Goldes wurzeln, mit dem die Glasmasse gefärbt ist, sowie im Zusammenhang damit in der dem echten Rubin zugeschriebenen Wunderkraft. Rubinrotes Glas nämlich hat es zu allen Zeiten[1]) gegeben, teils überfangen, teils mit Kupfer in der Masse gefärbt und in der künstlerischen Wirkung dem Goldrubin durchaus ebenbürtig. Trotzdem hat gerade dieser eine besondere Anziehungskraft auf die Alchemisten ausgeübt und zwar sehr wahrscheinlich aus mystisch-abergläubischen Vorstellungen heraus.

Um es vorwegzunehmen, finden sich von Kunckel selbst keine Andeutungen in dieser Hinsicht, was auch seiner Einstellung durchaus entspricht. Aber aus den in seinen Werken enthaltenen Zitaten älterer Schriftsteller folgt, daß er um die Dinge gewußt hat. Dr. *Merret* z. B. führt in seinen Anmerkungen zu Neri eine Stelle aus Andreas Libavius' „Alchymia" an, dem Werk eines Chemikers, der durch die Entdeckung des Zinnchlorids und der Kohlensäure bekannt ist und 1616 starb. „Ich bin dieser Meinung, saget er, dass man von der rothen Tinktur des Goldes, welches in einen Liquorem oder Oehl distolvieret worden, sonderlich mit dem Crystall einen Rubin bereiten könne; dieser seiner Muthmassung setzet er diese Ursach hinzu; dass nehmlich die Rubinstein, an denen Oertern, da Gold ist, stetigs gefunden werden; derowegen sey es glaublich, dass das Gold an dergleichen Oertern in Edelgestein verwandelt werde." Er glaubt also, daß auch der echte Rubin seine Färbung einem Goldgehalt verdanke. Die angeführte „rote Tinktur" nun, sozusagen der Extrakt des Goldes, spielt in der alchemistischen Literatur eine bedeutende Rolle. Sie wird mit dem Stein der Weisen in Beziehung gebracht, große Heilkräfte und Verlängerung des Lebens werden ihr zugeschrieben. Auch Kunckel teilt ein Rezept mit, das er in Dresden vorgefunden hat und nach dem man

[1]) Nach *Kisa* hat schon die Antike das Goldrubinglas gekannt.

Digitized by Google

dem Gold seine Röte entziehen kann, so daß eine weiße Masse übrigbleibt. Er bestreitet übrigens an anderer Stelle diese Möglichkeit ganz entschieden. Ein ganzes Kapitel seines „Laboratorium Chymicum" widmet er dem „Auro Potabili", dem trinkbaren flüssigen Gold. „Nachdeme dieses so offt und viel vor das beste Medicament ausgeruffen wird, so habe es auch mit Stillschweigen nicht übergehen wollen". Er gibt dann ein paar Methoden an, wie das Gold in Lösung zu bringen ist, über die Wirksamkeit jedoch bemerkt er: „In der Medicin lasse ich es einem jeden zu seiner eigenen Observation und Gutachten über". „Es können auch solche Menstrua oder componierte Salia einen Effect haben, wenn gleich das Gold nicht dabey, nur ist zu bedauern, dass das edle Gold den Nahmen führen und die Taxe erhöhen muss." Dem echten Rubin werden nun sehr ähnliche Kräfte wie dieser Goldtinktur zugeschrieben. Er soll den Träger gegen Pest und Zauberei schützen, ihn unverwundbar machen u. dgl. m. Seit der Antike haben die Edelsteine in diesem Ansehen als Talisman gestanden, und der Volksglaube hat noch lange daran festgehalten. Die Alchemisten haben diesen Glauben pseudo-wissenschaftlich unterbaut, die Metalle führen in ihren Schriften die Namen und Zeichen der antiken Götter, wie sie auch die Planeten tragen, und Mythologie, Astrologie und Chemie verquicken sich bei ihnen unzertrennbar miteinander. Hieraus erklären sich auch die häufigen Versuche, mit Goldlösungen einen künstlichen Rubin herzustellen, und hierhin gehören die Experimente des Dr. *A. Cassius*, dem es als erstem gelang, eine brauchbare Farblösung zu finden. Er entdeckte den Goldpurpur, auf dem das Rubinglas fußt. Der Cassius'sche Goldpurpur tritt in verdünnten Goldsalzlösungen durch teilweise oxydiertes Zinnchlorür als purpur- bis braunrote Suspension auf, und zwar von solcher Färbekraft, daß man noch 1 Teil Gold in 100 Millionen Teilen Wasser nachweisen kann. Er stellt eine Adsorption von kolloidalem Gold an Zinnsäure dar. Glasflüsse, zumal bleihaltige, lösen feinverteiltes Gold auf, und nach schnellem Abkühlen erhält man eine farblose Masse, die beim Anwärmen prächtig rot anläuft. Ein Teil auf 100 000 Teile Glas gibt noch ein kräftig leuchtendes Rosa.

Goldrubinglas, das vor die Cassius'sche Erfindung zurückreicht, ist ebenfalls nachweisbar[1a]); mindestens kann als sicher gelten, daß versuchsmäßig die Darstellung geglückt ist. Der sicherste Beweis ist das 129. Kapitel von Neris Buch (1612), das in Kunckels Übersetzung lautet:

„Eine durchsichtige rothe Farb zu machen.

Man calciniret das Gold mit Aqua Regis und giesset eben dieses Wasser zum fünften oder sechsten mahl darüber: Solches Gold-Pulver wird in einen reinen Tiegel gethan und so lang in den Reverberir-Oeffelein gehalten, biss es roth wird, welches innerhalb etlichen Tagen

[1a]) [illegible], Chem. Ind. Coll. Bd. 12 (1913) 1.

Digitized by Google

geschiehet: Dieses rote Pulver nun, so es einem gereinigten Crystall, welches zum öfftern in das Wasser geworffen, behutsam und gemächlich zugesetzet wird, so wird es die Röthe eines warhafftigen oder natürlichen und durchsichtigen Carbunckelsteines erlangen; wie solches durch die Erfahrung ist bestättiget worden."

Kunckel bemerkt hierzu: „Dieser theure und kostbare Modus ist zwar von vielen versucht, aber darinnen wenig Vergnügen gefunden worden; es gehört auch mehr dazu, das Gold dahin zu bringen, dass es dem Glas seine rothe Tinctur mitteile und dasselbe in einen Rubin ja gar Carfunckel verkehre und hätte der Autor näher zum Ziel schiessen müssen, wann man glauben solte, dass er dergleichen gemacht oder machen können."

Nun verdient gewiß Neri denselben Glauben wie Kunckel, sagt er doch in seiner Vorrede:

„Letztlich füge ich noch dieses hinzu und protestire noch einmal, dass alles, was ich in diesem Buch auffgezeignet habe, in der That wahr seye und ich nichts allhier mittheile, welches ich nicht selbst untersuchet und geapprobieret habe."

Kunckel hat Neris Angaben noch öfters bezweifelt, hat sich aber auch z. T. später in der 2. Auflage berichtigen müssen.

So schreibt er z. B. vom 106. und 107. Kapitel Neris: „Diese beyde Kapitel treffen garnicht zu, muss also wohl notwendig hier ein Versehen von dem Autore seyn. . . . Dieses habe ich nach der Zeit wieder mit Fleiss gemacht und es nach des Autoris Lehre sehr schön getroffen. Der Fehler, dass ich es vorhin nicht treffen können, ist bloss gelegen an der Zeit im Feuer zu halten oder dass ich es nicht zu rechter Zeit aufgenommen, sondern das Tempo versäumet, und weyl ich solches dazumahl bey meiner ersten Edition nicht besser bewust, so habe ich auch nicht anders oder gegen die Warheit schreiben wollen; nun ichs aber anders befunden, habe ichs auch nicht verhalten sollen, massen ich es gar vor keine Schande achte, dasjenige, wo ich durch die Experienz besser gelernet zu ändern und den gemeinen Besten bekandt zu machen. Es muss ja immer ein Tag den andern lehren."

Den Niederschlag mit Zinnchlorür, der den entscheidenden Fortschritt brachte, hat nun *Cassius* zuerst zur Glasfärbung angewandt. Hierüber berichtet Kunckel selbst:

„Der Anfang ist folgender Gestalt geschehen. Es war ein Doctor Medicinae mit Nahmen Cassius, der erfand die Praecipitationem Solis cum Jove, worzu vielleicht Glauber mag Anlass gegeben haben, Solches stelle ich dahin. Dieser jetzt bemeldte Dr. Cassius versuchte, es ins Glass zu bringen, wann er es aber wollte in ein Glass formiren oder wann es aus dem Feuer kam, war es klar wie ein ander Crystall, und konte es zu keiner beständigen Röthe bringen. Er mag aber dieses, als ein curioser Mann, bei den Glas-Lampen-Blasern observieret haben,

Digitized by Google

dass offt durch Malaxirung in der Flammen der Lampen eine Couleur anders wird, als sie sonst ist, derowegen er solches auch versuchen wollen, und also die schönste Rubin-Couleur gewahr worden.

Als ich dieses erfuhr, legte ich alsofort Hand an, aber was ich vor Mühe hatte, die Composition zu treffen und zu finden, und wie man es beständig roth kriegen sollte, weiss ich am besten." . . . .

„Ich lasse gar gerne dem D. Cassio die Ehre, dass er die Praecipitationem ☉is cum Jove erfunden, ich gläube auch, dass er bemühet gewesen, wie es ins Glas zu bringen und dasselbe zu tingiren seyn möchte; aber man lasse mir auch die Ehre, dass ich dasjenige, was andere nicht tun können, und ich völlig zu Stande gebracht, vor mein Inventum ausgebe. Denn keiner vor mir hat dieses praezipitierte ☉ mit dem Glas vereinigen und die Farbe eines rothen durchsichtigen Rubins hervorbringen können, als ich durch viele Unkosten und Experimenta getan habe."

Kunckels Verdienst liegt darin, daß er als erster größere Mengen Rubinglas fabrikmäßig herstellen konnte und in Hohlglastechnik größere Gefäße von einheitlicher Färbung auf Bestellung liefern konnte. Die Schwierigkeiten, die er überwand, lagen weniger in der chemischen Zusammensetzung sondern in der technologischen Behandlung des Flusses, die ja bei der Glasherstellung eine Hauptrolle spielt. Keiner vor ihm vereinigte die Kenntnis der Laboratoriumskniffe des Chemikers mit der langjährigen Praxis des Glasmachers, und eben dadurch gelang ihm, worum sich viele Gelehrte vergeblich bemüht hatten. Daß das Ansetzen von Rubinflüssen auch für Kunckel stets ein schwieriges und riskantes Beginnen war, geht sehr klar aus einer Abrechnung hervor, bei der er für das Jahr 1684 anführt, daß ihm der Kurfürst 200 Taler „aus Gnad" geben mußte, weil ihm von seiner kostbaren Goldlösung „viehl darauf ginck". So erklärt sich auch zum Teil der hohe Preis, der für Rubingläser bezahlt wurde. Kunckel schreibt hiervon:

„Ich konnte unterweilen mit einem Dukaten 5 Pfund Rubin machen, zu Zeiten aber aus 20 Dukaten nicht 1 Pfund, das recht schön wäre, wann ich demnach eines, das recht schön, so liess ich mir den Verlust der anderen bezahlen, über dieses so wäre die Kunst zu rar, dass man sie so gemein machen sollte. Dann, wann man es für einen solchen Preiss kommen liess, so wäre es vor die Bauern und nicht vor grosse Herren, zudeme, so wäre diese Kunst auch würdig, dass der Erste seinen Fleiss und Sorge bezahlt bekäme."

Kunckel hat sein Verfahren nie veröffentlicht. Er schreibt in den Anmerkungen zu Neri:

„Hier wollte ich gerne einen besseren Modum anzeigen, und auf eine compendieuse Art das rote oder Rubinglas lehren, wann es nicht

Digitized by Google

vor eine so sonderbare Rarität von meinem Gn. Churfürsten und Hn. gehalten würde. Wer es aber etwan nicht glauben will, dass ichs kan, der komme ins künftige und sehe es bei mir. Wahr ist's, es ist itzo noch zu rar, gemein zu machen."

Ähnlich sagt er in seiner Nachrede:

„Auch weiss ich das schönste und mehr denn zinnoberrote Glas, wie auch eine besondere curieuse Art eines Rubins zu machen, von welchen mir auch das hochlöbliche Collegium Curiosum Deutschlands, deme ich hiervon eine verwunderungswerte Demonstration vorgelegt, wird Zeugnis geben etc. Solche aber dissmahl zu publizieren, wird mir der verständige Leser nicht zumuthen, weiln wie ob gedacht, meines Gnädigen Herren wie auch mein Particular Interessa daran gelegen. Jedoch ist es mir nicht gewehrt, einen curieusen Liebhaber vor ein ander arcanum oder anständige Gegenersetzung solches zu communicieren und demonstrieren."

Die einzigen Mitteilungen finden sich erst in seinem nachgelassenen Laboratorium Chymicum: „Man bringet das ☉ in so subtile Atomos, dass ein Teil 1280 Teil ein gar schön Rubin-Glas tingieren kann . . . . es hat mit diesem Rubin-Glase die Art, daß wann das ☉ anfänglich darunter schmeltzet, es wie ein Cristall aus dem Feuer kommt, und erst hernach in einem gelinden Feuer gantz roth werden müsse."

Die Herstellung des Goldpurpurs beschreibt er dort an anderer Stelle: „Die vierdte Solution (des Zinns) ist diese: „Ich nehme 2 Theil gut Aqua Fort und ein Theil Spiritus Salis, in Ermangelung dessen starck Saltzwasser, wenn dieses gemischt, so wirff nach und nach ein wenig von dem reinsten Zinn darein, . . . so solvieret es langsam. . . . in die abgegossene und eine Nacht durchgestandene klare Solution lege des Morgens wieder ein Stücklein Zinn hinein, so wird die Solution Columbrin-Farbe und recht schön. . . . mit dieser Solution wird das Gold so schön von Farbe präzipitieret, dass es schöner nicht seyn kann, dadurch das Crystall-Glas die schönste Rubinfarbe erlanget, wenn das Gold vorher in drei Theil Aqua Regis und ein Theil Spiritu Salis aufgelöset ist."

„Weil ich hier von der Präzipitation des Goldes erwehnt, so muss ich dir noch einen Handgriff offenbaren, der nicht einem Jeden bekandt. Zu diesem aufgelöseten ☉ giesset man sonst ein gut Theil rein Wasser, und tröpffelt alsdenn die Solution Jovis hinein. Ist nun des Wassers zu wenig, so fällt das Gold dicklich und nicht schön; Ist zuviel, so will es nicht präzipitieren, und kann man solchergestalt aus einer Solution Solis, vier biss fünfferley Couleur tingieren. Diesem aber vorzukommen, dass es einerley werde, so giesse ich die Solutio Jovis ins Wasser, nehme ein klein wenig in ein Gläslein, und tröpffele einen Tropffen von der Solution Solis hinein und sehe, ob es sehr schön färbet, welches

Digitized by Google

es gemeiniglich thut. Will es zu braun fallen, so man durch Eingiessung eines eintzigen Tropffens sehn kan, so giesse ich mehr dazu: und wenn die Couleur recht schön, so lasse das Wasser mit einem gläsernen Stäbchen immer umtreiben, und giesse die Solution hinein, dass das Wasser im Glase nicht stille stehe, so präzipitieret es sich trefflich schön."

Ganz geheim ließ sich natürlich das Rezept doch nicht halten. Mit allen Mitteln versuchte man hinter das Geheimnis Kunckels zu kommen. Er berichtet darüber folgendes:

„In währender Zeit hatte der D. Cassius die Bereitung des Goldes ziemlich gemein gemacht, bis es auch an den hochseligen Fürsten von Sachsen Lauenburg zu Schlackewerdt gekommen, der wusste zwar die Composition, aber den modum procedendi nicht, wie man es roth bekommen sollte, bis er mir meinen Crystallmacher abhändig machte, da er dann viel von dergleichen Gläsern verkaufen liess."

Auch ein anderer Laboratoriumsdiener hat Verrat begangen. Von ihm schreibt er: „Dieser Vogel hat feine Dinge, wie auch den Rubinfluss so liederlich verkrämert, dass es ein Schande."

Durch diesen erhielt unter anderen der bayreuthische Hof die Möglichkeit, Rubingläser herzustellen. Wenn Kunckel sagt: „Also ist der Rubin aufgekommen und also ist er gemein worden, darum mache ich keinen mehr." „Ich gläube aber, dass ich den ersten und besten Profit davon werde gezogen haben, den übrigen Rest will ich andern gönnen." . . . „Nachdem es nun gemein geworden, ist es so leicht, wie das Papiermachen", scheint er doch zu schwarz gesehen zu haben. Die Fabrikation der Überfänger hat offenbar keine Dauer gehabt. Auch nach Kunckels Weggang von der Hütte und nach seinem Tode hat Potsdam praktisch ein Monopol auf Rubinglas besessen, und nur hier hat sich das Rezept weiter vererbt. In Zechlin, wohin die Potsdamer Hütte 1736 verlegt wurde, ist bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts Rubinglas hergestellt worden. Von dort ist auch ein altes Rezept überliefert.

Regierungsrat *Metzger*, der damalige Besitzer der Hütte, hat es[2]), und *Robert Schmidt* gibt es wieder. Es trägt das Datum: 9. Juli 1738 und den Titel: „Richtiger Rubinsatz auf einen Dukaten". Die Herstellung des Goldpurpurs ähnelt sehr der im Lab. Chym. beschriebenen, während der Glassatz mit dem im nächsten Abschnitt genannten Parcellen-Glas fast übereinstimmt. Man darf daher annehmen, daß dieses Rezept auf Kunckels Angaben zurückgeht.

Von den erhaltenen Rubingläsern sind nur ganz wenige mit voller Sicherheit in Kunckels Zeit zurückzuführen. Die Zeitbestimmung der Stücke kann nur an Hand der Form und Dekoration geschehen, da

[2]) „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen", Berlin 1850.

Digitized by Google

direkte Jahreszahlen fehlen. Diese äußere Erscheinung der Goldrubingläser weicht nun in bemerkenswerter Weise von der der gleichzeitigen farblosen Gläser ab, und zwar fällt vor allem auf, daß es sich neben den üblichen Trinkgefäßen dabei meist um irgendwelche verschließbaren Behälter handelt, wie sie aus anderem Glasmaterial nicht gebräuchlich waren. Es kommen Schalen, Flakons, große und kleine Flaschen und Näpfe vor, die zum Aufbewahren von Flüssigkeiten oder Pulvern gedient haben. Man darf hier annehmen, daß man durch das Aufbewahren in diesen Gefäßen die geheimnisvolle Kraft, die man dem Rubin-Material zuschrieb, auf die darin aufbewahrten Stoffe übertragen wollte. Es finden sich darunter sehr merkwürdige Gefäße, und schon eines der ersten, das Kunckel hergestellt hat, läßt besondere Verwendung vermuten. Er schreibt darüber:

„Wie ich es demnach dahin brachte, dass ich das erste Glas meinem hochseligen Churfürsten und Herrn Friedrich Wilhelm präsentierte, hatte er ein gnädiges Gefallen daran und schickt mir hundert Species Dukaten. Als ich mich nun darin je länger je mehr darin perfektionierte, erschall dieses durch die Herren Abgesandten hin und wieder. Darauf liess der Churfürst zu Cölln hochseligen Angedenkens mir ansinnen, ob ich ihme einen roten Kelch machen könnte, der ein grossen Zoll dick, der Fuss ein sehr dicker Knopff, darein ein Ende vom Kelch, und das ander Ende in den dicken Fuss sollte geschraubet werden, und der Deckel oben mit einem Knopff gleicher Gestalt. Solches nahm ich an, wozu mein hochseliger Churfürst mich sehr animierte, ich sollte nicht nachlassen, um die Ehre zu erhalten, dass das erste rote Glas bei uns gemacht würde. Es möchte auch kosten, was es wollte. Ob mir zwar solches das erste mahl wegen der Dicke, auch dass es egal von Farben seyn sollte, misslungen, so brachte ich es doch endlich zu Wege, und woge das Glas, so sehr schön war, bei 24 Pfund, davor liess mir der hochselige Churfürst von Cölln 800 RThlr. bar an Gelde auszahlen, ohne was mein hochsel. Herr mir gnädigst über dieses noch geschenket." . . . . . .

„Mein hochsel. Churfürst schickte auch damalen an die Königin Christina[3]) nach Rom ein Glas davon, welches vor allen andern Präsenten deroselben das angenehmste gewesen. Sie begehrte mich auch auf 3 Monate in Rom zu haben, solches aber wollte nicht concediret werden."

Auch aus dieser Bitte geht hervor, daß man dem Erzeugnis Kunckels eine ganz außerordentliche Bedeutung beigelegt haben muß. Dasselbe zeigt sich in der weiteren Verarbeitung und Verzierung der Gefäße. Kunckel ist selbst allerdings kein ausübender Künstler gewesen und hat die Formgebung wohl nur bei seinen Retorten und

[3]) Gustav Adolfs Tochter.

Digitized by Google

Destillierkolben maßgeblich beeinflußt. Die Glashütten lieferten die rohen Kelche, Gläser usw. an die Glasmaler und Glasschleifer, die zumeist auch Händler waren und die bei ihren Bestellungen die Maße und Formen angaben, soweit sie nicht allgemein handelsüblich waren.

Das Rubinglas macht nun dieselben Stilwandlungen mit, die der damals in Blüte stehende Glasschnitt des Kristallglases zeigt. Der bedeutendste Berliner Glasschneider, *Gottfried Spiller,* hat auch eine Reihe Rubinpokale und Rubinbecher geschnitten, wie man aus dem Stil der verwandten Ornamente und Figuren schließen kann. Sonst haben sich bei den Rubingläsern meist Künstler betätigt, von denen andere Arbeiten nicht nachzuweisen sind. Es muß demnach für das Rubinglas ein besonderer Zweig des Glaswesens bestanden haben. Eine beträchtliche Anzahl der überlieferten Gefäße hat Metallfassungen und zwar Edelmetall, wie auch Messing und Bronze. Kannen mit Silber- und Golddeckeln, Griffen und anderen Verzierungen zeigen die große Wertschätzung, deren sich das Rubinglas erfreute (s. Abb.). Aus den Marken der Gold- und Silberschmiede ist zu entnehmen, daß außer ganz wenigen Gefäßen, die in Dresden und London gefaßt sind, die große Mehrzahl von Augsburger Künstlern verarbeitet wurde. Schmidt schließt daraus, daß nach Augsburg ein großer Export von Potsdam aus stattgefunden haben müsse. Jedoch erscheint es nach neueren Erkenntnissen auch möglich, daß diese Gefäße nicht aus der Potsdamer Hütte stammen, sondern aus einer jener süddeutschen Gründungen, die von Kunckels ehemaligen Gehilfen ins Leben gerufen wurden. Auch in München hat sich unabhängig von Kunckel im Anfang des 18. Jahrhunderts eine Rubinglas-Manufaktur aufgetan, der man aber bisher noch keine bestimmten Formen zuweisen konnte. In Zechlin wurden noch Rubingläser nach dem alten Rezept bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts hergestellt, bis von industrieller Seite die Hervorbringung derselben Farbtöne auf rationellere Weise gelang.

Die „Ars Vitraria Experimentalis"

Kunckels literarisches Hauptwerk ist für die deutsche Glastechnik von hervorragender Bedeutung. Es ist das erste Buch, das in deutscher Sprache die gesamten Kenntnisse der Zeit in großem Zusammenhang darstellt und der Fachwelt einen unentbehrlichen Wegweiser in die Hand gab. Das meiste, was vorher an Veröffentlichungen über Glas bekanntgeworden war, stammte von Berufsfremden, naturwissenschaftlichen Gelehrten, Chemikern u. a. Zum Teil waren die Angaben in lateinischen Werken enthalten und damit für die große Masse der Hüttenleute unzugänglich.

Digitized by Google

Das erste Buch eines wirklichen Fachmannes erschien 1612 in Florenz. *P. Antonio Neri,* ein Priester, veröffentlichte eine ausführliche Darstellung aller glastechnischen Erfahrungen, die er in Italien und Holland gesammelt hatte. Dieses Werk wurde 1662 von Dr. *Merett* ins

Kanne aus Kunckelrubin mit Dresdener Silberfassung, vor 1689 entstanden, 27,5 cm hoch

Ehemals Sammlung Mühsam/Berlin, jetzt: Metropolitan Art Museum/New York

Englische übersetzt und wenige Jahre später 1668 auch ins Lateinische, die damalige Gelehrtensprache. Merett gab eine historische Abhandlung und eigene Anmerkungen hinzu, und in dieser Ausstattung wurde das Buch auch in Deutschland bekannt. Von Kunckel erfahren wir, daß mehrfach Glasmacher zum eigenen Gebrauch sich deutsche Übersetzungen anfertigen ließen. Er selbst konnte sich mehrere solcher Manuskripte verschaffen. Trotz des reichen Inhalts war jedoch das Neri'sche Buch für die deutschen Glashütten nicht ohne weiteres ver-

Digitized by Google

wertbar, da sowohl die Materialien als auch die Feuerungstechnik auf die ganz anderen italienischen Verhältnisse zugeschnitten waren. Kunckels Absicht war nun, die deutschen Glasmacher zu lehren, alle von Neri geschilderten Erzeugnisse auf „teutsche Art und Manier, auch mit keinem anderen als mit solchen Zeuge, der in euren Vaterland zu erlangen ist, herzustellen und zu verfertigen, also, dass ihr euch an die vielerhand Pulvisculos, Frittas, Rochettas, Tarsos, Sodas, auch spanische, levantische und syrische Asche und alle dergleichen weit hergebrachte Dinge weniger als nichts zu kehren, noch ferner darnach zu bemühen werdet haben."

Den Kern von Kunckels Werk bilden also Neris 7 Bücher, an deren Ende jeweils Kunckel seine Anmerkungen gibt. Von den rund 500 Seiten Text entfallen etwa 300 auf Neri und Merett, sowie auf kleinere Teile von dritter Seite, die Kunckel mitveröffentlichte. Vor allem interessant ist hiervon der Abdruck des Abschnittes über Glas aus *Georg Agricolas* Buch „Vom Bergwerk" (De re metallica) mit den zugehörigen Abbildungen[4]). In diesem um 1500 verfaßten berühmten Sammelwerk der Technologie tritt uns die mittelalterliche Glastechnik entgegen, die noch weitgehend auf den Überlieferungen der Antike beruhte. Wie Agricola nehmen übrigens auch Neri und Merett häufig auf die antiken Schriftsteller als auf anerkannte Autoritäten bezug. Es sind somit in der „Ars Vitraria" die Kenntnisse des Mittelalters und die Renaissancetechnik Italiens vereint mit den neueren Errungenschaften Englands, und schließlich gab Kunckel die Ergebnisse seiner sorgfältigen Experimente hinzu, die er Punkt für Punkt über Neris und Meretts Angaben in seinen Glasöfen gemacht hatte, und darüber hinaus die grundlegenden Neuerungen, die gerade zu dieser Zeit in der Herstellung des Kristallglases Eingang gefunden hatten.

Über das eigentliche Wesen des Glases hat Kunckel folgende Anschauung:

„Das Glas ist freilich nichts als ein zusammengesetzter Stein, da aus vielen Sandkörnern eines, und durch das Saltz, solange es in der Hitze, zur Geschmeidigkeit gebracht wird, wann es aber wieder kalt, so ist es ein durchsichtiger Stein, der allen Zufällen der Steine unterworfen."

Eine wirklich wissenschaftliche Erkenntnis vom Wesen des Glases besteht noch nicht, vielmehr stehen die einzelnen Glassorten und Abarten ohne Zusammenhang nebeneinander, als eine Sammlung von einzelnen Glassatzen, die uns ein deutliches Bild von Kunckels Können vermitteln.

[4]) Agricola: De re metallica. Neue deutsche Ausgabe. Berlin 1928. VDI-Verlag.

Digitized by Google

Zschimmer hat aus Kunckels Rezepten eine Zusammenstellung aller darin verwandten Stoffe gemacht, die hier wiedergegeben sei:

A. Glasrohstoffe

1. Quarz
2. Soda
3. Salpeter
4. Pottasche
   a) aus Farnkrautasche bereitet,
   b) aus Holzasche
   c) in Form von „Kali", d. h. Salz aus der Asche gewisser Pflanzen
   d) Weinstein
5. Kalk
6. Mennige, Bleiglätte, Bleiweiß, Bleizucker
7. Borax
8. Entfärbungsmittel
   a) kalzinierte Magnesia
   b) Braunstein
9. Läuterungsmittel: Arsenik

B. Glasfarbstoffe

1. Kohlensaures Mangan oder Braunstein
2. Kupferoxyd, Grünspan
3. Eisenoxyd, Magneteisenerz
4. Sulfide von Alkali, Eisen u. a. Auch Schwefel-Antimon und Schwefel-Arsen (Auri-Pigment)
5. Kohlenstoffe (indirekt)
6. „Zaffera" (Kobalt-Oxydul aus Schneeberg i. Erzgeb.)
7. Goldchlorid

C. Glastrübungsmittel

1. Zinnasche (Zinnoxyd)
2. Knochenasche (phosphorsaures Kalzium)

Von besonderem Interesse sind die von Kunckel erstmals veröffentlichten Glassätze für Kristallglas, sowie die für Edelstein-Imitationen bestimmten Glasflüsse. Hierzu kommt noch besonders das Milchglas, das zur Nachahmung des damals hochgeschätzten Porzellans diente. Die zwei Hauptsätze seien hier im Wortlaut mitgeteilt:

„Ein compendieuse Composition um beständiges Chrystallen Glass zu machen:

Nimm schönen Sand oder Kißling aufs best und reineste

pulverisirt	150	Pfund
wohl gereinigte Pottasche	100	„
Kreide	20	„
guten Braunstein	10	Loth

Dieses alles wohl unter einander gemischt und geschmoltzen gibt ein Glas so schön als wohl mit zehnfacher Müh der Autor (Neri) mag gemacht haben."

„Das schöne Parcellein-Glas zu bereiten, wodurch man auch alle undurchsichtigen Farben so schön als man fast selber will, machen und präsentieren kann. Es gibt re vera ein grosses delectament dem curieusen Liebhaber dergleichen zu verfertigen, welches also geschihet:

Nimm weissen Kissling oder schönen Sand	60	Pfund
gereinigte Pottasche	40	„
gebrannte Knochen oder Hirschhorn	10	„

Nachfolgende Composition ist zwar kostbarer, aber auch um so viel desto schöner.

Digitized by Google

Nimm Kissling oder Flintenstein	130 Pfund
gereinigten und zu Mehl gemachten Salpeter	70 „
Borax	12 „
Weinstein	12 „
Arsenic	5 „
gebrannt Hirschhorn oder subtile Knochen	15 „

Wann man bei dieser letztern Composition die gebrandten Knochen auslasset und hingegen 10 Loth Braunstein oder Magnesia zusetzet, so wird es ein ausbündig schöner Chrystall, viel feiner als der so oben gemeldet ist. Jedoch ist mir eine noch andere und wegen der Beständigkeit weit vortrefflichere Composition bekannt, deren daraus bereitete Gefäss auch so beständig sind, dass man alle Aqua fortis und corrosivische Spiritus aus solchen kan destillieren; alles aber denen Glasverderbern so schlecht hin zu geben, hat allzuviel Müh gekostet. Man kann sich dieweil mit dem wohl genügen lassen. Wie ich denn davor halte, dass durch diese Addition das Buch um ein merkliches komplettiert worden."

Den Zusatz von Kreide, den großen Fortschritt der Kristallglasbereitung, hat Kunckel in der ersten Auflage seines Werkes noch geheim gehalten; in der zweiten, die 1689, also zur Zeit seiner schweren Zerwürfnisse mit dem Berliner Hofe herauskam, hat er ihn „freiwyllig mitzuteilen sich entschlossen."

Ebenso findet sich dort der Zusatz von Kohlepulver erwähnt.

Auf Grund gewisser Annahmen hat Zschimmer eine Reihe Kunckelscher Glassatze in Prozentnormen umgerechnet und kam dabei auf folgende Werte:

		Kristall a	Kristall b
Kieselsäure	SiO_2	69,4	64,9
Kali	K_2O	27,7	32,4
Kalk	CaO	2,9	2,7
		100,0	100,0

Beständiges Kristallenglas

Kieselsäure	SiO_2	68,16
Kali	K_2O	27,20
Kalk	CaO	4,5
Manganoxyd	Mn_2O_3	0,14
		100,00

Borosilikatgläser für Edelsteinimitationen

		I	II	III	IV
Kieselsäure	SiO_2	61,2	76,0	69,0	79,2
Borsäure	B_2O_3	8,2	2,5	6,9	0,6
Natron	Na_2O	20,4	21,5	3,4	11,2
Kali	K_2O	—	—	20,7	7,4
Arsenik	As_2O_3	10,2	—	—	1,6
		100,0	100,0	100,0	100,0

Digitized by Google

„Parzellein-Glas" (Milchglas)

Kieselsäure . . .	SiO_2	63,9
Kali	K_2O	25,5
Knochenasche . .		10,6
		100,0

„Parzellein-Glas" (schöner)

		a Milchweiß	b Opal
Kieselsäure . . .	SiO_2	67,7	68,6
Borsäure	B_2O_3	2,5	2,5
Natron	Na_2O	15,7	16,1
Kali	K_2O	3,7	3,8
Arsenik	As_2O_3	2,6	2,6
Knochenasche . .		7,8	6,4
		100,0	100,0

Schon Neri hatte ein alkalifreies Bleisilikatglas mitgeteilt, Kunckel fügt als neuen Typ die Boro-Silikatgläser hinzu. Die Verwendung von Borax ist durch Kunckels Buch zum Allgemeinwissen der Glasmacher geworden. Aus seinen Äußerungen geht hervor, daß er neben Härte und Farblosigkeit auch gewisse chemische Widerstandsfähigkeit durch seine Komposition zu erzielen vermochte.

Sein normales Kristallglas besitzt allerdings noch einen so hohen Kaligehalt, daß gerade die wertvollsten Potsdamer Gläser, bei denen durch die Veredelung ein großer Teil der natürlichen Oberfläche weggenommen ist, unter der sogenannten Glaskrankheit sehr zu leiden haben. Bei allen systematischen Versuchen standen Kunckel eben nicht die Zeiträume zur Verfügung, die die Haltbarkeit für eine so lange Zeit, wie sie heute nach über 200 Jahren hinter diesen Gläsern liegt, vorherbestimmen ließen. Wie richtig er sonst den Einfluß des Kaligehaltes beurteilt, zeigt seine Bemerkung zu Meretts Anmerkungen: „Nehme ich aber des Saltzes zu viel und arbeite dasselbe zu frühe aus, so lässet sich zwar das Saltz gar wohl mit in ein Glas formieren, wenn aber solche Gläser eine Zeit lang in der Luft stehen, so zerfallen sie." Denn „mehr als zu seiner Vollkommenheit von Nöthen, nimmt kein Ding in der Natur an, sondern stösset solche auf alle Weise wieder von sich; wo aber dieses nicht, so vergehet auch das Glas nimmermehr."

Neben der großen Zahl von Rezepten für Farbgläser ist besonders noch die Bereitung der Hauptrohstoffe, des Quarzsandes, der Pottasche usw. zu beachten, denen Kunckel einen breiten Raum widmet. Darüber hinaus hat er im Zusammenhang mit seinen Bauplänen für die neue Potsdamer Kristallhütte seinem Buch eine Reihe Abbildungen beigegeben, die die Einrichtungen seiner Hütte, die einzelnen Öfen usw. darstellen. Er beschreibt daneben auch die Kobalt- und Arsenik Gewinnung, eine vollständige Pottasche-Hütte, sowie eine Reihe von Spezialwerkzeugen zur Erleichterung des Hüttenbetriebes.

Digitized by Google

Den zweiten Teil füllen eine große Menge Rezepte zur Weiterverarbeitung des Glases aus. Für die Maler, Vergolder, Schleifer usw. war hier eine Fundgrube von Angaben sämtlicher, in damaliger Zeit verwandter Methoden, wie sie sonst nirgends zu finden war. Hieraus erklärt sich die große Verbreitung, die der „Ars Vitraria" zuteil wurde und die ihr zu Übersetzungen in mehrere fremde Sprachen und Neuauflagen verhalf. So kommt es, daß das Buch auch heute noch im antiquarischen Buchhandel keine seltene Erscheinung ist.

Die „Ars Vitraria" hat als umfassendes Handbuch der Glastechnik noch bis ins 19. Jahrhundert die Werkstätten beeinflußt und enthält manches, was heute wieder als neu empfunden wird.

Vorgeschichte der ersten Auflage der „Ars Vitraria" 1679

Wie Kunckels Lebensgeschichte voll ist von bedrohlichen Situationen, so ist auch die Herausgabe seines Hauptwerkes nicht frei von aufregenden Zwischenfällen gewesen.

Er hatte in Dresden mit der Durcharbeitung des Neri'schen Werkes „L'Arte Vetraria Distinta" begonnen und war soweit gediehen, daß er mit einem Verleger in Verbindung trat, und daß im „Verzeichnis aller Bücher, so zu Franckfurt am Mayn in der Oster-Mess Anno 1677 entweder gantz neu oder sonsten verbessert oder auffs neu wiederumb auffgelegt in der Buchgassen verkaufft werden", folgende Voranzeige unter „Libri Futuris Nundinis Prodituri" erschien:

„Antonii Neri. 7 Bücher von der Glaßmacher-Kunst mit Anmerckungen Christoph Moreti und Johann Kunckels, samt Kupffern, ins Teutsche übersetzt von Z. N.

Franckfurt und Dantzig bey Henrich Wilmson und Valentin Bartelson. 8."

Kunckel erwähnt in seiner Vorrede zur 1. Auflage auch ein gedrucktes Titelblatt, das gleichzeitig mit dieser Voranzeige erschienen sein soll. Es wird der Sitte der Zeit entsprechend als Reklame-Flugblatt von den interessierten Buchhändlern verbreitet worden sein und hat sich leider nicht erhalten. Kunckel war in buchhändlerischen Sachen nicht unerfahren, er hatte schon eine ganze Reihe chemischer Schriften veröffentlicht, und u. a. wird in derselben Katalognummer „Johann Kunckel, Chymische Anmerckungen / mit Anhang einer Chymischen Brillen contra Non Entia Chym. Wittenberg bey Job Wilhelm Kuncels Erben. 8."

als erschienen angezeigt sowie gleichzeitig eine lateinische Übersetzung hiervon angekündigt.

Digitized by Google

Titelblatt aus Kunckels Ars Vitraria Experimentalis

Digitized by Google

Die zwangsweise Unterbrechung in der Fortführung seiner Experimente, die durch seinen Wegzug nach Wittenberg eintrat, schien seinem schon vorgeschrittenen Werke gefährlich zu werden. Im Katalog zur Ostermesse 1678 fand sich nämlich folgende Anzeige:

„Antonii Neri, eines Chymisten und Priesters von Florentz, künstliche Glass- und Chrystallen-Arbeit, oder vollkommene Glassmacher-Kunst; worinnen die Wissenschaft allerhand Edelgestein auf Chymische Weise nachzukünsteln, wie auch durchsichtige Rubin- und Rosenfarbene Schmeltze, mancherley schöne Lacken, die Ultramarin- sambt der Scharlachs Farbe etc. und anderer in Europa noch nicht so gar gebräuchlich gewesene curiöse Sachen, zuzubereiten, gründlichen gehandelt wird. Verdeutscht durch Friedrich Geißlern."

Man kann sich Kunckels Empörung darüber vorstellen, daß trotz seiner Voranzeige, ja vielleicht gerade dadurch angeregt, ihm eine Konkurrenz entstanden war, die ihn um die Frucht langwieriger kostspieliger Arbeit zu bringen drohte. Hinzu kam noch, daß er gleichzeitig schon in eine andere literarische Fehde verwickelt war, denn als Antwort auf

„Johann Kunckels Zuschrifft vom Phosphoro Mirabili, sampt einem Diskurs von dem Nitro, oder also genandten Blut der Natur. in 8. Leipzig bey Michael Russwurm."

wird im Katalog zur Michaelis-Messe 1678 angezeigt:

„Christoph Grummetens Defensions-Schrift über das Nitrum und seine Person wieder die in J. Kunckels Phosphoro Mirabili ausgestossene Injurien. Im Verlage des Autoris gedruckt 1678."

Grummet war sein ehemaliger Assistent im Laboratorium in Dresden und einer der Haupintriganten, die ihm das Leben dort unmöglich gemacht hatten. Mit ihm hat Kunckel sein Lebtag im Federkrieg gelegen und noch im „Laboratorium Chymicum" spricht er von ihm als einem „Idiot in der Chymie, mein gewesener Kohlenträger."

Inzwischen war Kunckel im Sommer 1678 nach Potsdam übergesiedelt und hatte seine Arbeit so weit gefördert, daß schon in dem erwähnten Katalog zur Michaelis-Messe dieses Jahres und zwar merkwürdigerweise nicht unter den chemischen, sondern unter

„Teutsche, Politische, Historische, Geographische, Philosophische und Kunst-Bücher"

sich findet:

„Joh. Kunckelii vollkommene Glasmacherey-Kunst etc. Franckfurt und Leipzig, in Verlegung des Autoris, im Christoph Enderischen Buchladen. in 4."

Das Titelblatt selbst trägt die Jahreszahl 1679. Die Auflage scheint unter verschiedene Verleger aufgeteilt worden zu sein, und zwar ist der in der Voranzeige von 1677 genannte nicht dabei.

Digitized by Google

Zschimmer gibt als Verlagsangabe wieder:

„Franckfurt und Leipzig, auff Kosten des Autoris, bey Johann Bielcke Buchfürern in Jena zu finden. Leipzig, gedruckt bei Christoph Günthern, 1679."

Andere Exemplare zeigen für den ersten Band:

„Amsterdam und Dantzig, auff Kosten des Autoris, bei Heinrich Betkio und Consorten. Gedruckt bei Christoph Günthern 1679."

Für den zweiten Band: „Franckfurt und Leipzig, auff Kosten des Autoris. Anno 1679."

Diese Aufteilung entspricht den Gepflogenheiten der Zeit, wobei ein Teil der gemeinsam gedruckten Auflage für den innerdeutschen Verkauf an solche Verleger gegeben wurde, die zur Frankfurter bzw. Leipziger Messe zogen; ein anderer Teil wurde für den Vertrieb im Ausland an andere abgezweigt. Der genannte Betkius scheint aber ebenfalls ein deutscher Verleger zu sein, worauf der Name (gleich Bethge und dergl.) deutet, der in Amsterdam nicht angetroffen wird.

In dieser ersten Auflage ist Kunckel sichtlich bemüht, durch die Qualität seiner kritischen Übersetzung, sowie durch die Reichhaltigkeit der Zugaben die Geißler'sche Übersetzung auszustechen. Geißler hat noch einmal, im gleichen Katalog wie Kunckel, den etwas veränderten Titel seines Werkes setzen lassen:

„Antonii Neri, eines Priesters und Chymisten von Florentz, 7 Bücher von der künstlichen Glass- und Chrystall-Arbeit, nebenst Christoph Merrets der Artzney-Doctorn und Mitglied der Königl. Gesellschafft in Engelland gefertigten ausbündigen Anmerckungen. Und wird darinnen zugleich auch die vollkommene Wissenschaft, wie man allerhand, denen natürlichen gantz gleichkommende Edelgestein nachkünsteln, wie auch vielerley rare in Europa noch nicht bekandte oder durchsichtige Rubin- und Rosenfarbene Schmeltze und schöne Lacken &c auf spagyrische Weise zubereiten möge, darbey auch ein Bedencken, dass das Glass sich hämmern lassen möge, mit schönen Kupffern in 8. Franckfurt und Leipzig, apud eosdem (in Verlegung Johann Grossen und Consorten)."

Die Anspielung auf die Hämmerbarkeit des Glases, die im Anschluß an eine Plinius-Stelle als das ideale Ziel der Glasbereitung galt, stellt einen Seitenhieb auf Kunckel dar, der in dem erwähnten Titelblatt die Herstellung neuer unerreichter Glassorten in offenbar etwas überschwänglicher Weise versprochen hatte. Kunckel hat sich gegen die „spöttliche Tractierung" in der „Liederlichen Charteque" Geißlers in einer Gegenschrift wenden wollen, die seinem Werke beigegeben werden sollte. Auf Bitten von Freunden hat er zwar davon Abstand genommen, ist aber im Text seines Buches über Geißlers Neri-Über-

Digitized by Google

setzung an vielen Stellen hergezogen, um ihn als schlechten Übersetzer und unwissenden Pfuscher zu entlarven.

Er hat auch schließlich Geißler in viel kunstvollerer Weise an einer anderen Stelle seines Buches abgefertigt[5]):

Dem eigentlichen Titelblatt ist ein ganzseitiger Kupferstich vorgeheftet, zu dessen Deutung uns die Geißler-Episode den Schlüssel gibt. Es sind auf ihm zwei Gruppen allegorischer Figuren dargestellt, die zwei Arten der naturwissenschaftlichen Forschung gegenüberstellen. Die eine zeigt, wie das Licht der Wahrheit, durch die Linse der Vernunft gesammelt, die Leuchte der Natur entzündet, wobei Erfahrung, Weisheit, Wissenschaft usw. mithelfen. Die Gegenseite zeigt, wie aus ungewisser Dämmerung durch trübes Zwielicht die irrende Phantasie zur Ergebnislosigkeit führt, wobei ihr auch eifriges Abschreiben fremder Bücher, wie Falopius, Porta etc., nichts hilft.

Daß diese Allegorie nicht nur ganz allgemeiner Natur ist, sondern speziell auf Geißler gemünzt, geht ganz klar daraus hervor, daß die Hauptgruppe der finsteren Abteilung eine phantasievolle, aber genaue Illustration zu Kunckels ebenso phantasievollen Sätzen darstellt, die er in seinen Anmerkungen zu Neris 7. Buch Herrn Geißler widmet:

„Herr Geißler . . ., der, wie ihr euch rühmt, so viel Jahr der Musen Brüste gesogen; welches ich aber . . . nicht glauben kan, dass es nemlich der Musen Brüste gewesen, von welchen, weiln sie bey mir in einen bessern Credit seyn, ich nicht muthmasse, dass sie solche einem jeden unverschämten Gast darreichen sollen; . . . sondern ich halte vielmehr darfür; es sey der Phantasia ihr mit Lufft und Wind angefüllter Ledersack gewesen / womit mancher ehrlicher Kerl ist betrogen worden. . . . .

Zum Beschluß aber sage ich euch, mein lieber Herr Geißler . . . dieses schreibe ich nicht etwan aus dem Falopio oder sonst einem alten Buch, sondern aus unbetrüglicher Experientz und Erfahrung; thut ihr auch dergleichen, so habt ihr keiner Correction von nöthen."

Zum Überfluß ist in der Mittelvignette noch eine Szene dargestellt, auf der die Wahrheit eines knieendes Mannes Opfer empfängt, während ein anderer, der in der Hand eine lange „Geißel" schwingt, sich eiligst davon macht, mit der Umschrift „Hic vero Prater equitat", „Hier aber reitet der Schwätzer."

Die Unbesonnenheit (Temeritas), die als geflügelter Esel auf den Klippen der „Nonentia" herumreitet, scheint mit der oben genannten „Chymischen Brillen contra Non-Entia" zusammenzuhängen, so daß Kunckel dieses Titelbild zu einer Art Generalabrechnung mit seinen Gegnern gemacht zu haben scheint. Er hat offenbar selbst großen

[5]) Nach Angaben von Rich. Jacoby, Frankfurt (Main).

Digitized by Google

Spaß an diesem Kupferstich gehabt, denn er hat ihn unverändert auch in die zweite Auflage übernommen, die zehn Jahre später zu „Franckfurt und Leipzig, in Verlegung Christoph Riegels, 1689" (zweiter Teil, Nürnberg, ebendort) erschien.

Auch die auf Geißler bezüglichen Textstellen sind unverändert geblieben, obwohl dessen Neri-Übersetzung bald in Vergessenheit geraten sein muß. Die Widmung an den Großen Kurfürsten und Kunckels eigene Vorrede sind dagegen in der zweiten Auflage weggelassen.

Schrifttumverzeichnis

Kunckel, Johann: „Ars Vitraria Experimentalis, oder vollkommene Glasmacher-Kunst ....."

1. Aufl.: Amsterdam u. Danzig, 1679, bei Heinrich Betkio u. Consorten (gedruckt bei Christoph Günther, Leipzig 1679), und bei anderen Verlegern (s. S. 31).

2. Aufl.: Frankfurt u. Leipzig 1689, Verlag Christoph Riegel.

3. Aufl.: Nürnberg 1756.

Französische Ausgabe (übersetzt von D***): Paris 1752, bei Durand und Pissot.

(Vollständiger, eine Druckseite langer Titel der 1. Auflage siehe bei E. Zschimmer, 1. Buch, S. 40 bis 41.)

Kunckel, Johann: „Collegium physico-chymicum experimentale oder Laboratorium Chymicum ....." (herausgeg. von J. C. Engelleder).

1. Aufl.: Hamburg u. Leipzig 1716.

2. Aufl.: Hamburg u. Leipzig 1722, Verlag: Samuel Heyl.

3. Aufl.: Hamburg 1738.

4. Aufl.: Berlin 1767.

Kunckel, Johann: Nützliche Oberservationes Oder Anmerkungen. Von den fixen und flüchtigen Saltzen, Auro u. Argento potabili. Hamburg 1676. Lateinisch: London u. Rotterdam 1678.

Müller, W.: „Das Goldrubinglas". Dinglers Polyt. J., 201 (1871), S. 117.

Friedrich, Carl: Die altdeutschen Gläser. Nürnberg 1884. Verlag: G. P. J. Bieling (G. Dietz).

Heine, A.: „Johann Kunkel von Löwenstein". Tidsskrift för Industri, Jg. 1912, H. 7 u. 8.

Cornejo, A.: Chem. Ind. Coll. 12, Jg. 1913, 1.

Schmidt, Robert: Das Glas. Berlin 1912, Verlag: Georg Reimer.

Schmidt, Robert: Brandenburgische Gläser. Berlin 1914, Verlag für Kunstwissenschaft.

Zschimmer, Eberhard: Theorie der Glasschmelzkunst als physikalisch-chemische Technik. Jena 1923, Verlag: Volksbuchhandlung G. m. b. H.

Darmstädter, Ludwig: Johann Kunckel. Kunstwanderer, 8. Jg. 1926, 1. bis 2. Maiheft. S. 362 bis 364.

Killing, Margarete: Die Glasmacherei in Hessen. Marburg 1927. Verlag: N. G. Elwerth.

Mylius, W.: „Johann Kunkel". Keram. Rundschau, 35 (1927) Nr. 3, Seite 38/41.

Fuchs, Ludwig F.: Johann Kunckels Erfindung des Goldrubins. Kunstwanderer, Jg. 1928/29, Dez.-Heft, S. 153/58.

Zschimmer, E.: „Der Goldrubin". Sprechsaal Keramik usw., 63 (1930), Nr. 34, S. 642/44.

Digitized by Google

Aus dem Deutschen Museum

Neuzugänge in den Abteilungen Physik und Chemie 1932/33

Die Ergänzung der historischen Entwicklungsreihen der wissenschaftlichen Sammlungen sowie der Anschluß an die neueste Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik konnte auch im verflossenen Jahre durch das große Entgegenkommen zahlreicher Gönner des Museums weitere Fortschritte machen.

Aus dem Nachlaß von Wilhelm Ostwald erhielt das Museum dessen Farborgel, die mit einigen Originalgemälden Ostwalds im Ehrensaal der chemischen Industrie Aufstellung fand. Eine wertvolle Sammlung von Originalapparaten aus dem Besitze von H. v. Helmholtz, wie ein Augenmodell, ein Pseudoskop, ein Satz Normalstimmgabeln usw. wurde von Geh. Rat Wachsmuth, Frankfurt, überwiesen. In der Gruppe „Mechanik" fand eine betriebsfähige Drehwaage nach Schürholz-Sprenger, Godesberg, zur Vorführung der Newtonschen Massenanziehung Aufstellung.

In der „Wärme" wurde ein Tisch mit Versuchen über die Wärmeleitung in Metallen und Gasen sowie über die Wärmeisolation von Wohnräumen eingerichtet. Im gleichen Saal gelangte zur Aufstellung als Stiftung des Amerikaners W. B. Wiegand, New York, ein sogenanntes Kautschukpendel, welches durch ein sich bei Erwärmung zusammenziehendes und bei Abkühlung wieder ausdehnendes Kautschukband in Schwingung gehalten wird; ferner als Stiftung der Heylandt Gesellschaft Berlin, ein Modell einer Anlage zur Herstellung von flüssigem Sauerstoff mit zugehörigem Kompressor.

Eine interessante Ergänzung erhielt die Gruppe „Elektr. Strahlen" durch einen neuen „Metalix" Röntgenapparat für Feinstrukturuntersuchungen von C. H. F. Müller, Hamburg. Der Original-Apparat, mit welchem Hess im Jahre 1912 die kosmische Ultrastrahlung entdeckt hat, sowie das Ballonelektrometer mit welchem Dr. Regener die Ultrastrahlung bis in 25 km Höhe untersucht hat, fanden hier gleichfalls Aufstellung.

Die „Telegraphie und Telephonie" wurde bereichert durch eine Demonstrationsschalttafel des Reichspostzentralamts Berlin, für die wechselseitige Mehrfachtelegraphie sowie durch eine von der C. A. Lorenz A. G., Berlin, gestiftete Stahldraht-Diktiermaschine, welche eine neuzeitliche Weiterentwicklung des Poulsenschen Telegraphons darstellt.

In der Gruppe „Optik" stellen die von Oskar Messter und Guido Seeber gestifteten Kinoapparate und Filme aus der ersten Entwicklungszeit den wertvollsten Neuzugang dar. Erwähnt sei noch das von Winkel-Göttingen, gestiftete Museumsmikroskop für 24 Präparate, das Mikroskop für Auflichtbetrachtung „Ultropak" von E. Leitz, sowie zwei Demonstrationsgeräte von Emil Busch, Rathenow, über die Beseitigung des Bildsprungs der älteren Bifokalgläser und die Undurchlässigkeit der Ultrasingläser für ultraviolettes Licht.

In der „Automaten-Sammlung" der Gruppe Musikinstrumente gelangte schließlich der von der Leipziger Firma L. Hupfeld A. G., im Jahre 1911 geschaffene Violinautomat „Phonolisz Violina" zur Aufstellung, der eine der besten Lösungen des alten Problems der selbstspielenden Violine darstellt.

Die chemische Abteilung wurde ergänzt durch das Modell eines neuzeitlichen Laboratoriums für farbstoffchemische Arbeiten von Dr. Robert E. Schmidt, Elberfeld, sowie durch Präparate, darunter das erste metallische Rhenium, hergestellt von Dr. W. und Dr. J. Noddack, und von Thuliumoxyd, hergestellt von Auer von Welsbach, gestiftet von Professor Dr. O. Hönigschmid, München.

Dr. Fuchs.

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: von Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

5. Jahrgang (1933)

Heft 1: Bolza, Friedrich Koenig, der Erfinder der Druckmaschine.
Heft 2: Maurach, Johann Kunckel (1630 bis 1703).
Heft 3: Blanckertz, Schreibwerkzeug und Schriftform.

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4.50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

oben: alte Glashütte mit Schmelzofen aus der Zeit Agricolas, um 1500
unten: chemisches Laboratorium aus dem 16. Jahrhunder
(Alchimistisches Laboratorium

Digitized by Google

Munich

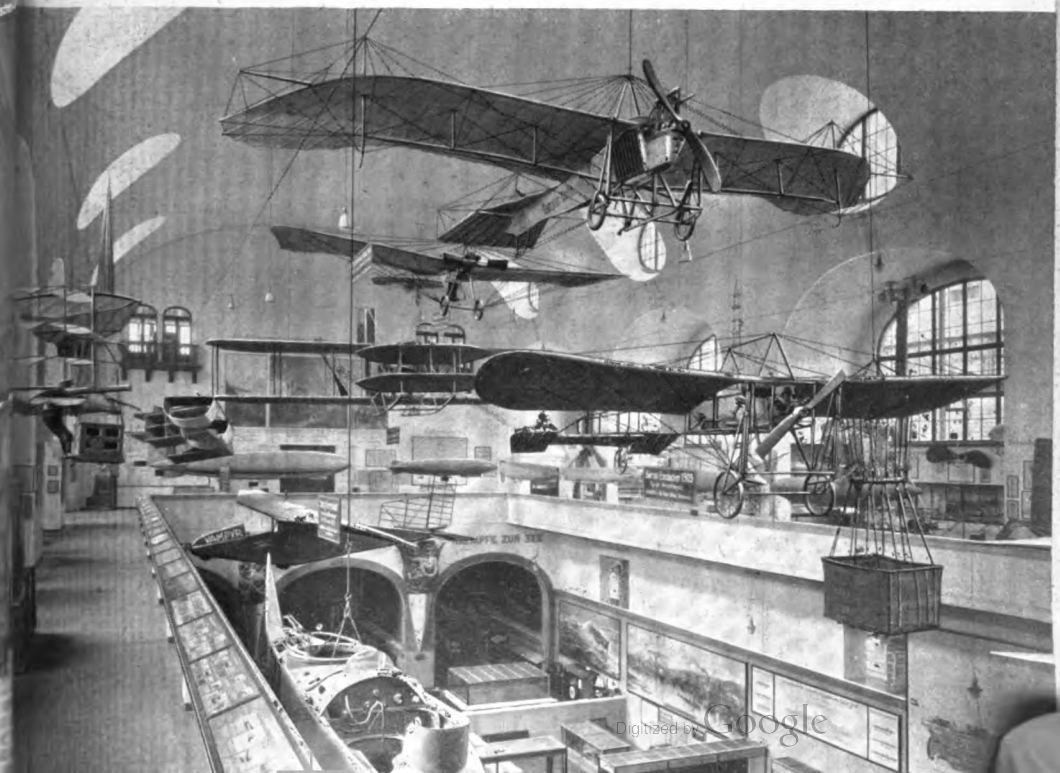
EUTSCHES MUSEUM
BHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

VOM FLUGAHNEN ZUM HÖHENFLUG

VON

ALFRED HILDEBRANDT



Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1.—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50.
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Tagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt einen Blick in die Halle der Flugtechnik. Auf der vierten Umschlagseite zeigt die obere Abbildung eine Gruppe aus der Sammlung von Ballonteilen und Ballonausrüstungen, die untere Abbildung die Gondel des ersten Parseval-Luftschiffes.

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

Digitized by Google

Graf Ferdinand von Zeppelin

geb. 8. Juli 1838 in Konstanz
gest. 8. März 1917 in Berlin

(Nach einem im Besitz des Verfassers befindlichen Ölgemälde)

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG HEFT 3

VOM FLUGAHNEN ZUM HÖHENFLUG

VON

ALFRED HILDEBRANDT

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany

Druck: Trinsdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

Vom Flugahnen zum Höhenflug

Traum, Kampf und Sieg der Luftfahrt!

Ein kurzer Abriß der geschichtlichen Entwicklung der Luftfahrt unter vornehmlicher Berücksichtigung des deutschen Anteils

Von *Alfred Hildebrandt*, Berlin

Vorwort

Die berühmte Schriftstellerin, *Baronin von Staël*, hat einst geschrieben: „Die Herrschaft über das Meer gehört den Engländern, die über die Erde den Franzosen, die über die Luft den Deutschen". Dem deutschen Aar sind zwar durch den Versailler Vertrag die Flügel arg beschnitten, aber wir können doch behaupten, daß wir auch nach dem Kriege die geistige Herrschaft in der Luft behalten haben: es sei nur erinnert an den motorlosen Flug, der von der Rhön aus seinen Siegesflug in alle Welt angetreten hat, an die Einrichtung des Flugverkehrs, der vorbildlich für alle Länder ist; ferner an die die ganze Welt umspannenden Fahrten des „Graf Zeppelin", an die Junkersschen Großflugzeuge, an den ersten von *Köhl* und *Hünefeld* in Begleitung des Iren *Fitzmaurice* ausgeführten Ost-West-Ozeanflug, an die Ozeanflüge des Do X unter *Christiansen* und des Dornier-Wal unter *von Gronau*, und endlich auch an die hervorragenden Langstreckenflüge unserer Fliegerinnen *Elly Beinhorn* und *Marga von Etzdorf*.

Irr- und Abwege bleiben natürlich nie aus, aber niemand kann bestreiten, daß deutsche Forscher häufig den ausschlaggebenden Teil der wissenschaftlichen und technischen Arbeit in der Luftfahrt geleistet und in der Ausübung des Flugs das Vorbild gegeben haben. Das wird in diesem Buch, das einen Auszug aus der Geschichte der deutschen Luftfahrt bringt, in erster Linie hervorgehoben, ohne daß darüber die Verdienste von Mannern anderer Völker geschmälert oder verschwiegen werden. Aber auch die Darstellung der deutschen Entwicklung ist auf die Arbeit der Wegbereiter beschränkt, die sich in Zeiten betätigt haben, als an eine Entwicklungsfähigkeit noch nicht allgemein gedacht war, die ohne Aussicht auf Ruhm und Ehrungen und unter Aufwendung großer Opfer an Zeit und Geld ihren Weg gegangen sind. Die Arbeiten der Wissenschaftler und Techniker, die später, als der Weg geebnet war, mit dem Rustzeug der durch die

Digitized by Google

Flüge angeregten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse und in gesicherter Stellung mit genügend Geldmitteln für die Entwicklung der Luftfahrt Großes geleistet und aus dem schon urbar gemachten Boden veredelte Früchte gezogen haben, konnten hier des beschränkten Raumes halber leider nicht berücksichtigt werden.

Ich habe die mir übertragene Aufgabe außerdem so aufgefaßt, daß aus dem eigenen Erleben, aus einer jetzt 40 Jahre währenden Luftfahrt-Berufstätigkeit heraus eine Darstellung gegeben werden soll, die der geschichtlichen Wahrheit entspricht und von der Legendenbildung abrückt. Vielfach habe ich nach meinen Erlebnissen die Gründe für die Hemmung des Fortschritts behandelt und Vorgänge erzählt, die in den vielen Büchern über Luftfahrt nicht zu finden und selbst älteren Fachleuten wenig oder gar nicht bekannt sind. Im übrigen sind aus der Fülle der Gedanken, Entwürfe und Bauten von Luftfahrzeugen nur solche ausgewählt worden, die nach meiner Ansicht für die Entwicklung von Bedeutung gewesen sind. Die technische Entwicklung des Flugs in der neuesten Zeit zu schreiben, war nicht die Absicht. Des Grafen Zeppelin ist besonders gedacht worden, denn ihm ist nicht etwa nur der gewaltige Sprung beim Bau der Luftschiffe gelungen, sondern er ist auch weit vielseitiger gewesen, als man allgemein annimmt. Da er darüber hinaus das Vorbild eines zähen, deutschen Kämpfers und der volkstümlichste Deutsche seiner Zeit gewesen ist, dürfte seine besondere Berücksichtigung gerechtfertigt sein.

Berlin, April 1933.

Alfred Hildebrandt.

Digitized by Google

Grundbegriffe der Luftfahrt

In den Sagen aller Völker begegnen wir der Sehnsucht des Menschen, den Vogelflug nachzumachen, aber die zahlreich überlieferten Bilder und Zeichnungen beweisen, daß es sich nur um Träume und Wahngebilde handelte. Erst im Spätmittelalter beschäftigten sich neben den zahlreichen Schwärmern, denen das Rüstzeug wissenschaftlicher und technischer Vorbildung vollkommen fehlte, auch vereinzelt Gelehrte mit der Lösung der Flugfrage und leisteten wertvolle Vorarbeiten. Allmählich schieden sich in den Gedanken mit brauchbarem Kern zwei gegensätzliche Richtungen voneinander. Die eine die ursprünglichere, wurde die „aerodynamische" genannt, die sich mit dem Entwurf von Luftfahrzeugen „schwerer als Luft" beschäftigte, d. h. von solchen, die zum Schweben und zur Fortbewegung Kraftentwicklung nötig machen. Man nennt diese Gebilde jetzt Flugzeuge; das sie umfassende Gebiet Flugwesen oder Flug; die Personen Flieger, bei denen man noch unterscheidet Flugzeugführer, kürzer Flugführer, und Orter, im Krieg Beobachter genannt. Die zweite Richtung, die „aerostatische", umfaßt die Hohlkörper, die durch Füllung mit Gas, das „leichter als Luft" ist, zum Steigen gebracht werden: die Ballone. Wird diesen noch ein Triebwerk hinzugefügt, das der Fortbewegung unabhängig vom Winde, also der Lenkung dient, dann nennen wir sie Luftschiffe. Die Ballonfahrer werden nach Ablegung einer Prüfung Ballonführer, bei den Kraftballonen Luftschiffer, Luftschiffkommandanten und -führer genannt. Der allgemeine Ausdruck für die Luftfahrt treibenden Personen lautet Luftfahrer oder Luftmann.

Eine Sonderstellung nimmt der Drache ein, der eigentlich als Vorläufer des heutigen Flugzeuges betrachtet werden kann. Wir sind aber gewohnt, nur das gefesselte, im Winde an einer Schnur aufsteigende Gebilde als Drache zu bezeichnen, während wir die freifliegende Fläche motorloses Flugzeug, Gleit- und Segelflugzeug, oder Gleiter und Segler, scherzhaft Luftrodel nennen.

Mit Drachenflugzeug oder Flugdrache wird diejenige Bauart bezeichnet, bei der große, schwachgewölbte, unter einem kleinen Winkel gegen die Waagerechte eingestellte Flügel, Tragdecke, durch schnelle Umdrehung der von einem Motor getriebenen Luftschraube in Bewegung gesetzt werden. Durch die Ablenkung der Luftmassen entsteht auf der Unterseite der Tragdecke ein Überdruck, auf der Oberseite ein Unterdruck. Die Summe beider nach oben gerichteten Luft-

Digitized by Google

kräfte bringen den „Auftrieb". Die Geschwindigkeit ist wesentlich vom Luftwiderstand des Gesamtkörpers abhängig. Durch entsprechende luftschnittige (aerodynamische) Bauart kann der Luftwiderstand erheblich herabgesetzt und dadurch die Geschwindigkeit sehr gesteigert werden. Wir haben Eindecker, diese sind unterteilt in Hoch- und Tiefdecker, je nachdem die Flügel oben oder unten am Rumpf angebracht sind; Doppel- oder Mehrdecker, wenn mehrere Flächen über einander angeordnet sind. Beim Entenflugzeug sitzen die Flügel hinten, das Leitwerk (die Steuervorrichtungen) vorn, bei schwanzlosen oder Nurflügelflugzeugen wird der Rumpf zur Verringerung des Luftwiderstandes weggelassen.

Von den anderen Bauarten hat bis jetzt nur das von dem Spanier *de la Cierva* zuerst entwickelte und neuerdings auch bei den Focke-Wulf-Flugzeugwerken in Bremen gebaute Drehflügel-, Tragschrauben- oder Windmühlenflugzeug eine Bedeutung erlangt. Bei diesem fehlen die festen Tragflächen ganz oder zum größten Teil, und die über dem Rumpf angebrachten großen Drehflügel erzeugen den Auftrieb, während die am Rumpf befestigte Luftschraube den Vorwärtsantrieb gibt. Für den Abflug und die Landung dieses Windmühlenflugzeuges genügt ein Platz von etwa 100 m Ausdehnung. Die Schraubenflugzeuge, bei denen die Tragflächen fehlen, und Luftschrauben so angeordnet sind, daß sie senkrechten Auf- und Abstieg bewirken, haben vielleicht noch eine Zukunft. Man würde mit ihnen auch auf Dächern abfliegen und landen können. Der Italiener *d'Ascensio* hat durch wohlgelungene Flüge ein mit zwei Personen bemanntes Versuchsflugzeug vorgeführt. Schwingenflugzeuge, bei denen die Flügel schlagend, wie bei den Vögeln, auf und ab bewegt werden, haben noch keine Erfolge gehabt. Endlich gibt es noch Schaufelrad- und Segelradflugzeuge, bei denen der Motor Schaufelräder treibt. Der deutsche Flugzeugbauer *Rohrbach* beschäftigt sich mit einer solchen Bauart, die er Umlaufflugzeug nennt. Daß auch Graf Zeppelin 1899 an einem Schaufelradflugzeug hat bauen lassen, wird weiter unten berichtet werden.

Der Drache

Das älteste nachweisbar zum Aufstieg gebrachte menschliche Gebilde ist der Drache, dessen Erfindung den Chinesen zugeschrieben wird, die ihn schon im zweiten Jahrhundert v. Chr. im Krieg zum Signalgeben und Abwerfen von Briefen benutzt haben. Frühzeitig sind sie auch zur Erforschung der freien Lufthülle angewandt worden. Der Amerikaner *Wilson* hat Wärmemesser in die Luft geschickt, und *Franklin* 1752 am Fesseldraht Elektrizität zur Erde geleitet. In unserem Zeitalter hat eine ergiebige Verwendung in der Luftkunde (Aerologie, der Wissenschaft zur Erforschung des Zustandes der Lufthülle,

Digitized by Google

eingesetzt, und auf dem Bodensee fährt sogar ein altes Torpedoboot zum Drachensteigenlassen. Der Australier *Hargrave* schuf bei seinen Versuchen, ein Flugzeug zu bauen, den Kastendrachen. Um Beobachter in die Luft zu heben, ließ man mehrere Drachen an einer Schnur hintereinander steigen. Auch zur Signalgebung wurden Drachen verwandt, bei Tage unter Benutzung von Flaggen, bei Nacht von Lichtern. In Frankreich waren vor dem Kriege Drachenzüge für Beobachter nach dem Entwurf von Hauptmann *Saconney* eingeführt. Im Weltkrieg hat sich der deutsche Ballonbeobachter Leutnant d. R. *Rieper* 1916 an der Somme mehrfach bei starkem Wind, wenn der Fesselballon nicht mehr verwendbar war, von einem Drachenzug bis zu 12 Drachen hochziehen lassen. Einmal hielt er sich sogar 3 Stunden lang in einer Höhe von 700 m; alsdann wurde ein Drache nach dem andern durch den Sturm zerrissen, so daß Rieper schließlich nur noch an einem Drachen in 100 m gehalten wurde. Wertvolle Beobachtungen hat er an diesem Tage aus dem sehr schwankenden Korb melden können. Eine eigenartige Verwendung wird aus dem Jahre 1825 berichtet, wo ein Engländer *Pocock* drei Reisende von Bristol nach London in einem von mehreren Drachen gezogenen Wagen beförderte, und der Amerikaner *Cody* ließ 1903 ein Faltboot durch einen Drachen in 13 Stunden von Dover nach Calais ziehen. Auf Gewässern könnte man ähnlichen Sport auch heute wieder treiben. Der Drache hat eine Übergangsform vom Fallschirm zum Gleiter und Motorflugzeug gebildet. *Blériot*, *Archdeacon*, die *Wrights* — diese eichten gewissermaßen ihre Gleitflugzeuge als Drachen, ehe sie sich ihnen anvertrauten —, und *Santos Dumont* haben ihn bei ihren Versuchen benutzt. Heute sehen wir im Kraftwagenzug der motorlosen Flugzeuge das Drachensteigen wieder zu Ehren gekommen.

Entwicklung zum Flugzeug

Beachtenswerte Arbeiten zur Lösung der Flugfrage haben erst mit den Entwürfen des vielseitigen italienischen Künstlers *Leonardo da Vinci* (1452 bis 1519) eingesetzt, dessen Skizzen zeigen, wie sich der Flugbeflissene in ein Gestell einlegen sollte, an dem künstliche Flügel angebracht waren, die beim Niederschlagen mit ihrer ganzen Fläche die Luft trafen, beim Heben jedoch mit ihren einzelnen Gliedern nach unten zusammenklappten und dadurch der Luft sehr geringen Widerstand entgegensetzten. Ihm folgte erst 100 Jahre später, 1617, der erste nachweisbare Luftsprung, den *Faustus Veranzius* ausgeführt hat, den ein Bild zeigt, als er in Venedig von einem Turm mit einem mit Stoff bespannten quadratischen Rahmen abspringt. Solche Absprünge sind in der Folge mehrfach wiederholt worden; sie dienten meist aber nur zum Nervenkitzel einer schaulustigen Menge. Erwähnenswert ist aus

Digitized by Google

späterer Zeit der Doppelfallschirm des Berufsluftfahrers *Lattemann*, mit dem die noch heute in Berlin lebende Fallschirmkünstlerin *Käthe Paulus* oft abgesprungen ist. Der Fallschirm wird von Kriegs-, Kunst-, Sport-, Ein- und neuerdings auch von Segelfliegern, die Hochleistungen ausführen wollen, mitgeführt, und mancher Flieger verdankt ihm sein Leben.

Die Gleitflüge wurden plan- und sachgemäß erst durch den in der ganzen Welt als Vater des Menschenfluges anerkannten Deutschen *Otto Lilienthal* unter Mitarbeit seines Bruders *Gustav* durchgeführt. Lilienthal hat von seinem 13. Lebensjahr ab viele Flugzeuge für Gleit- und Segelflug entworfen, gebaut und erprobt. Er wies auch schon den Nutzen gewölbter Flächen nach. Das Fluggeschirr wurde durch Einlegen beider Unterarme in entsprechende Polsterungen festgehalten, gesteuert wurde durch Verlegen des Körpergewichts. Den einfachen Flügeln fügte er später Steuerflächen hinzu. Er hat oft in der Luft einen förmlichen Tanz vorführen müssen, um, vom Winde hin- und hergeworfen, das Gleichgewicht zu behaupten. Das führte ihn dazu, die Lenkbarkeit durch leichtere Handhabung zu verbessern. Für schwächeren Wind schuf er einen Doppelflügel von 5,5 m Spannweite und zwei je 9 m^2 große Flächen. Die erreichten Höhen wurden bedeutend größer; oft wurde der Aufstiegpunkt erheblich überflogen, wenn Windstöße von 10 m/s auftraten. Als Übungsgelände dienten verschiedene Hügel in der Umgebung von Berlin, und schließlich ein bei Lichterfelde eigens aufgeworfener Hügel von 15 m Höhe und 70 m unterer Breite, der oben zur Aufnahme der Flugzeuge eingerichtet wurde.

Lilienthal hatte bereits große Sicherheit im Fliegen erlangt und wollte dazu übergehen, mit Hilfe eines kleinen Kohlensäuremotors den Ruderflug der Vögel nachzuahmen, d. h. Flügelschläge auszuführen, als ihn am 10. August 1896 nach einem Tags zuvor erfolgten Absturz das Schicksal hinwegraffte. An seiner Hauptwirkungsstätte, am Karpfenteich in Berlin-Lichterfelde-Ost, hat die Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt auf einem neu hergerichteten Hügel dem Meister der Flugkunst eine Denkstätte geschaffen.

Lilienthals Arbeiten wurden leider in Deutschland zunächst nicht fortgesetzt, sondern mit gutem Erfolg in Amerika weitergeführt. Hier arbeiteten Ingenieur *Chanute* aus Chicago und die Brüder *Orville* und *Wilbur Wright* aus Dayton (Ohio). Diese übten in den Kill-Devil-(Tod und Teufel-)Dünen bei Kitty Hawk im Staate Nordkarolina am Atlantischen Ozean. Sie stützten sich nicht nach dem Vorbild von Lilienthal und Chanute mit den Armen in ihrem Fluggeschirr, sondern legten sich flach auf den Bauch in das Flugzeug, wie es der Deutsche *Koch* in München gezeigt hatte. Später brachten sie vor den Tragflächen des Doppel-

Digitized by Google

deckers eine Hilfsfläche als Höhensteuer an und fügten 1902 einen Schwanz in Gestalt einer festen lotrechten Kielfläche hinzu, die bald um eine lotrechte Achse beweglich gemacht und so als Seitensteuer ausgebildet wurde. Die Tragfläche wurde schließlich 28 m² groß, das Gewicht betrug etwa 50 kg. Damit flogen sie mehrfach über 100 m weit. 1903 gelang es ihnen, sich im aufsteigenden Luftstrom zu wiegen und einmal, bei einem Wind von 10 bis 12 m/s, 62 Sekunden in der Luft zu bleiben und dabei nur 30 m vorzurücken.

Die Motorflugzeuge

Das Fliegen war durch die Segelflüge gut vorbereitet, als es in den Jahren 1902 bis 1906 der Kraftwagen-Motorenindustrie gelang, leichte Triebwerke herauszubringen, die nur 2 bis 4 kg je Pferdekraft wogen. Die Brüder Wright bauten sich selbst einen Motor von 16 PS im Gewicht von 63 kg, und es gelang ihnen schon am 17. Dezember 1903, einen Flug von 260 m in 59 Sekunden gegen einen Wind von 10 m/s zu machen. 1905 erreichten sie mit einem neuen Flugzeug, in dem sie saßen und nicht mehr lagen, einen Flug von 39 km in 38 Minuten, und zwar im Kreisflug. Das Wrightsche Flugzeug hatte keine Räder, sondern Kufen, und es mußte mit Hilfe eines von einem Blockgestell herabfallenden Gewichts von etwa 700 kg auf Schienen vor-

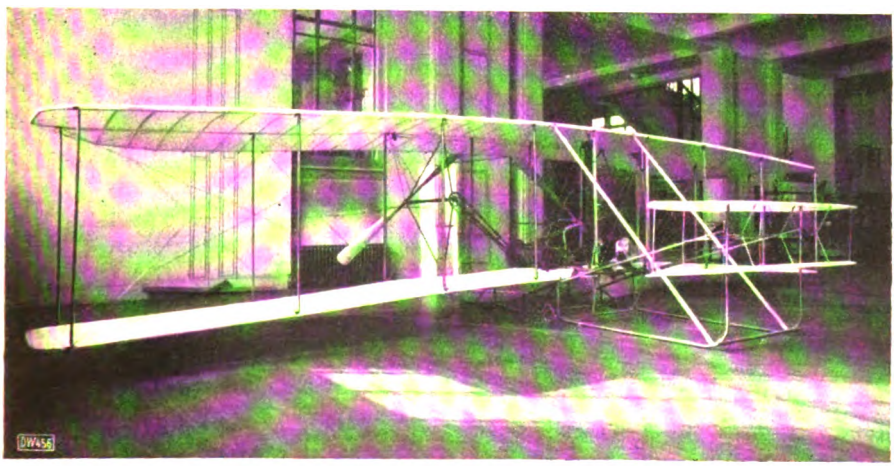


Abb. 1. Motorflugzeug der Brüder Wright

Digitized by Google

wärts gerissen werden. In Kitty Hawk war der Start auch in der Ebene ohne Fallgewicht vorgenommen worden, wie ich es seinerzeit an Ort und Stelle festgestellt habe. Das muß deshalb besonders hervorgehoben werden, weil den Wrights gelegentlich bestritten wird, den ersten Motorflug ausgeführt zu haben, es habe sich lediglich um einen Gleitflug nach Hochschleudern gehandelt.

Nun war also das Fliegen in einem Motorflugzeug zur Tatsache geworden, und doch hat dies keinen Eindruck in der Welt gemacht. Eigenartig ist es, daß die sonst so weitblickenden Amerikaner nicht die Umwälzung erkannt haben, die das Flugzeug dem Menschen bringen mußte. Dieses Rätsel wurde mir im Jahre 1907, als ich in Amerika nach der Wahrheit über die in Europa heftig bestrittenen Flüge der Wrights forschte, durch einen Bankdirektor in Dayton erklärt, der dem langen Flug im Jahre 1905 beigewohnt hatte. Die neue Erfindung habe keinen Wert, so sagte er, da der Abflug nur mittels eines Fallgewichts möglich sei. Wenn also das Flugzeug einmal fern von einem Flugplatz landen müsse, könne es sich nicht wieder erheben, weil eine Schleudervorrichtung nicht vorhanden sei. Die von dem Amerikaner *Langley* 1896 entworfenen Abstoßvorrichtungen (Schleuder, Katapulte), sind heute wieder zu Ehren gekommen. Sie dienen nicht nur den Marinen verschiedener Länder zum Abschleudern der Flugzeuge vom Schiff aus, sondern sind auch jetzt im Flugverkehr eingeführt. Den ersten Geradeausflug soll zwar der Franzose *Ader* schon am 14. Oktober 1897 gemacht haben, aber erst die Sprünge des Dänen *Ellehammer* vom 12. September und des Brasilianers *Santos Dumont* in Paris am 23. Oktober 1906 gaben den Anstoß zu energischer Arbeit für das Motorfliegen in Europa. Den ersten Flug in geschlossenem Bogen führte in Europa der Engländer *Farman* auf einem von den Brüdern *Voisin* gebauten Doppeldecker zu Issy les Moulineaux bei Paris am 13. Januar 1908 aus. Mit diesem Kilometerkreisflug war das Eis gebrochen, das natürliche Anschauungskälte und künstliche Abkühlungsmittel wie Hohn und Spott um alle getürmt hatten, die ohne Ballon fliegen wollten. Als dann noch Wilbur Wright auf dem Schießplatz bei Le Mans am 31. Dezember 1908 einen Flug von 2 Stunden 20 Minuten machte, als Farman, Delagrange und Wright bei ihren Flügen Fluggaste mitnahmen, und Farman und *Blériot* ihre Drachenflugzeuge aus den Hallen holten, um über Stadt und Land dahinzuziehen, und dann schließlich der Kanalflug am 25. Juni 1909 Blériot glückte, da fing man an zu denken, daß diese Flugzeuge vielleicht doch noch zu Besserem auf der Welt sein könnten, als nur zur sportlichen Unterhaltung. In Deutschland hat Ingenieur *Grade* als erster einen Eindecker nach eigenem Entwurf gebaut, mit dem er in Magdeburg schon am 28. Oktober 1908 geflogen war. Ihm waren *Lucas Kahn* in Frankfurt a. M. auf Voisin-Doppeldecker, *Dorner* in

Digitized by Google

Berlin und *Jatho* in Hannover auf Flugzeugen eigener Bauart gefolgt. Leider fand die Arbeit dieser Wegbereiter beim Preußischen Kriegsministerium keine Förderung. Das Gutachten des maßgebenden Luftschifferoffiziers lautete dahin, daß die Flugzeuge nie militärische Bedeutung gewinnen würden, da akrobatenhafte Geschicklichkeit, wie die Brüder Wright sie besäßen, dazu gehöre, solche Luftfahrzeuge zu steuern. Im Deutschen Reichstag erklärte der Vertreter des Kriegsministeriums noch 1910, es sollten keine Flugzeuge beschafft werden, da „Erkundungen infolge der großen Geschwindigkeit unmöglich seien, und außer dem Führer keine zweite Person getragen werden könne". Das wurde gesagt, als das Flugzeug nur erst 70 km/h fliegen konnte.

Doch die Räder des Fortschritts konnten zwar gehemmt, aber nicht zum Stillstand gebracht werden. Major *v. Kehler* rief die „Flugmaschine Wright G.m.b.H." ins Leben, *Rumpler* richtete eine Fabrik ein, und der Große Generalstab ruhte nicht eher, bis die Mittel zur Verfügung gestellt wurden, das Fliegen im Heere zu betreiben, wozu sich die Luftschifferoffiziere *de le Roi* und *Geerdtz* zuerst zur Verfügung stellten. Obwohl unser Militärflugwesen zu Beginn des Weltkrieges dem der anderen Staaten bedeutend nachstand, ist doch auf unserer Seite Erhebliches geleistet worden; es sei nur erinnert an unsere Kampfflieger *Boelcke, Immelmann* und *Manfred v. Richthofen,* deren Namen unauslöschlich im Gedächtnis des ganzen deutschen Volkes weiterleben. Gerade jetzt, wo der Wehrwille in Deutschland zur Sicherung und Verteidigung des Vaterlandes wieder geweckt werden soll und muß, werden diese Helden der Jugend wieder als Vorbild hingestellt, denen nahezukommen ihre ganze Sehnsucht ist und ihr Ziel sein muß.

Die Kriegsflugzeug-Entwicklung ist besondere Bahnen gegangen, die zuerst von Deutschland verlassen wurden, als uns nach dem Kriege das Halten einer Luftflotte verboten wurde und die Ingenieure ihre ganze Kraft auf den Bau von Verkehrsflugzeugen warfen.

Bahnbrechende Arbeit haben hier deutsche Ingenieure geleistet; insbesondere ist das von Professor *Junkers* zu sagen, dessen Großflugzeuge, die letzten Bauarten, das viermotorige G 38 und Ju 52, die der Reichskanzler *Adolf Hitler*, ein großer Freund des Fluges, für seine Flüge benutzt, an erster Stelle stehen. Ebensolche Anerkennung verdient das Junkerssche Frachtflugzeug W 33, mit dem Hauptmann *Köhl* am 12. April 1928 in 36½ Stunden von Ost nach West über den Atlantik geflogen ist. An dieser Stelle sei weiter erwähnt, daß Professor Junkers bereits 1910 ein Patent auf das „Nurflügelflugzeug" erhielt, das das Endziel der Entwürfe bilden soll, weil es eine große Geschwindigkeit verspricht und die Wartung der ins Innere verlegten

Digitized by Google

Abb. 2. Deutsches Landverkehrsflugzeug D 2500 „Generalfeldmarschall von Hindenburg", ein Junkers G 38, Führer: Flugkapitän Brauer

Motoren ermöglicht. Junkers hat auch schon 1915 das erste verspannungslose Ganzmetallflugzeug und 1919 das erste reine Kabinenflugzeug herausgebracht. Köhl, *Lippisch* und *Focke* haben ähnliche Gedanken entwickelt. Als Entwerfer verdienen weiter größte Beachtung Dr. *Dornier*, der Erbauer des Do X, des größten Flugbootes der Welt, und *Rohrbach*, der nach dem Bau von dreimotorigen Landflugzeugen und Flugbooten größter Ausmaße jetzt ein ganz neuartiges „Umlauf"-(Schaufelrad-)Flugzeug entworfen hat; weiter *Focke*, der jetzt auch das Tragflügel- oder Windmühlenflugzeug baut und *Messerschmitt* von den Bayerischen Flugzeugwerken. Die schwierigen Versuche mit einem Höhenflugzeug, das in der dünnen und daher wenig Widerstand bietenden Luft der Stratosphäre mit hoher Geschwindigkeit, vielleicht 500 oder gar 1000 km/h, dahinjagen soll, wird mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft bei Junkers Schritt für Schritt weiter entwickelt und ist schon recht weit vorgeschritten. Das Höhenflugzeug hat bereits eine Höhe von 10 000 m erreicht. Die Stratosphäre ist die geeignetste Höhe für Langstreckenflüge, weil in ihr die Luft in ruhiger Schichtung dahinzieht; es gibt in ihr keine Niederschläge, Böen und Gewitter. Ein gewaltiger Fortschritt wird es sein, wenn sich der Fernluftverkehr erst in dieser hohen Luftschicht vollzieht; ein Ziel, dem Deutschland schon recht nahe ist.

Digitized by Google

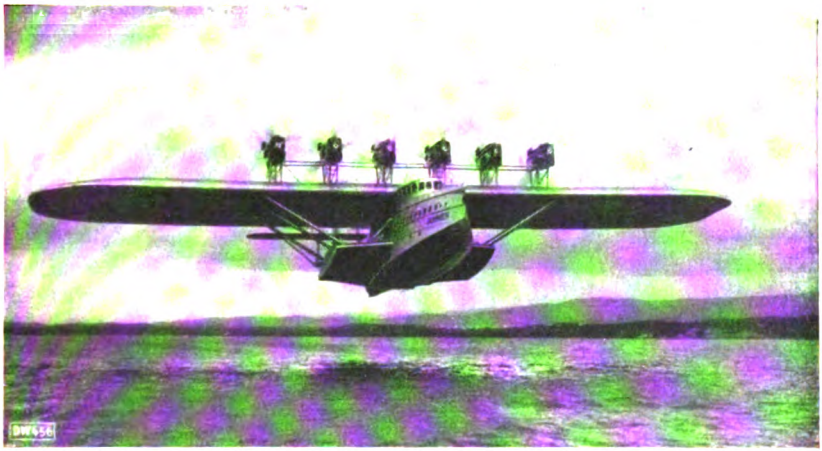


Abb. 3. Das größte Wasserflugzeug, Flugschiff Do X, Führer nach Christiansen: Flugkapitän Merz

Während der Verkehrsflugzeugbau gewaltige Fortschritte machte, mußte sich der Sportflugzeugbau große Fesseln auferlegen lassen, die seine Entwicklung stark behinderten. Der Sportflugzeugbau durfte aus öffentlichen Mitteln nicht unterstützt werden. Was zur Förderung getan wurde, mußte aus privaten Mitteln kommen. Und diese kamen, wenn auch nicht in dem Maß, wie man es sich gerne gewünscht hätte. Den ersten deutschen Sieg im Sportflugzeug buchte der Flieger *Morzik* beim Europa-Rundflug 1928 auf einem Flugzeug der Bayerischen Flugzeugwerke, und er wiederholte den Sieg 1930 gegen erstklassige Flugzeuge und Flugzeugführer anderer Völker. Danach sind noch sehr viele Siege von Deutschen auf deutschen Flugzeugen errungen und viele Leistungen gezeigt worden, auf die wir an dieser Stelle nicht eingehen können. Ein großes Verdienst am Gedeihen des deutschen Flugsports trägt der von Staatsminister a. D. Dominicus geleitete, jetzt aufgelöste Deutsche Luftfahrt-Verband, der es bis auf 170 Sportflugzeuge und 1573 Führer bringen konnte.

Alle Luftfahrzeuge müssen, bevor sie frei von den Flugplatzgrenzen fliegen dürfen, sorgfältig geprüft werden. Das geschah bisher durch die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt. Diese in der ganzen Flugwelt rühmlichst anerkannte Stelle ist im Jahre 1912 gegründet worden, um Forschungen auf allen Gebieten der Luftfahrt zu treiben und die Behörden in technisch-wissenschaftlichen Fragen zu unterstützen. Nach dem Kriege wurde sie mit der Prüfung der Luftfahrzeuge, Motoren und Zubehörteile beauftragt. Die für diese Zwecke geschaffene Prüfabteilung ist jetzt auf das neu gegründete Reichsamt

Digitized by Google

für Flugsicherung übergegangen, während die Forschung bei der Anstalt bleibt. Wertvollste Unterstützung hat die Luftfahrtbehörde und -industrie von der D.V.L. gehabt und wird sie weiter bekommen.

Bei der Erwähnung von Großflugzeugen müssen wir wiederum des Grafen Zeppelin gedenken, der ihnen Wegbereiter gewesen ist. Schon sehr frühzeitig hat er sich mit dem Flugzeugbau befaßt. Ich darf mir auferlegtes Schweigen jetzt brechen und darüber berichten. Im Jahre 1899 zeigte mir Zeppelin, dem ich als Führer eines Festungs-Luftschiffer-Trupps beim Bau seines Luftschiffs Helfer war, eine in einem Hinterhof Friedrichshafens gelegene Werkstätte, in der ein Schuster namens *Rüb,* der gute technische Veranlagung, Kenntnisse und Fertigkeiten besaß, ein Schaufelradflugzeug in Angriff genommen hatte, bei dem mit einem karussellartigen Gestell Flügelflächen die Hubkraft hervorbringen sollten. Der Graf, der mit seinem Luftschiff vollauf beschäftigt war, konnte sich um diesen Bau wenig kümmern. Er ließ die Sache fallen, trotzdem er erhebliche Geldmittel geopfert hatte, weil der Schuster nicht bei der Sache geblieben war, sondern sich mit der Erfindung eines neuartigen Motors befaßt hatte. Rüb ist vor einigen Jahren in Biberach a. d. Riß gestorben.

Niemals aber hat Zeppelin den Gedanken an die Förderung des Flugwesens aufgegeben. Er stand mit mir in Briefwechsel über Orville Wright, dessen Flüge über dem Tempelhofer Feld von mir eingerichtet worden waren, und lud ihn zur Mitfahrt in seinem Luftschiff ein. Gegen Ende des Krieges, als sich das von *Ursinus* entworfene Riesenflugzeug nicht hatte durchsetzen können, ließ er durch Dr. Dornier ein solches entwerfen und in Staaken bauen. Es sei hier eingeschaltet, daß Zeppelin auch als erster ausübender Luftfahrer die Bedeutung der Flugwetterberatung erkannt hatte. Er folgte dem Vorschlag seines Beraters und Freundes Professor *Hergesell* und ließ sich zum ersten Aufstieg seines Luftschiffes, das auf Veranlassung von Hergesell von Professor *Euting,* Dr. *Stolberg* und mir zur Erforschung der freien Lufthülle hergestellte Drachenaufstieggerät von Straßburg i. E. nach Friedrichshafen schicken. Wie der Flugwetterdienst später durch Professor *Assmann* und Hergesell mit Unterstützung vieler hervorragender Wetterkundiger zur heutigen Vollkommenheit ausgebaut worden ist, kann leider nicht geschildert werden.

Die Erfindung des Ballons

Einen Vorläufer des Heißluftballons dürfen wir vielleicht in der aus dem 4. Jahrhundert v. Chr. erwähnten künstlichen Taube des Philosophen *Archytas von Tarent* erblicken, über die berichtet wird, daß sie durch einen „Hauch" zum Fliegen gebracht sei. Sie sei zwar zuweilen bald wieder zur Erde gefallen, aber durch Einblasen eines neuen Hauches wieder in die Luft gestiegen. 2000 Jahre später hat

Digitized by Google

der französische Schriftsteller *Cyrano de Bergerac* (1619 bis 1655) richtig erkannt, daß ein Hohlkörper durch Erwärmung der eingeschlossenen Luft zum Aufstieg gebracht werden kann, was *Francisco de Lana* (1670) von der Gesellschaft Jesu genauer auseinandersetzte in der Erläuterung zu seiner fliegenden Barke, die aus vier luftleer zu

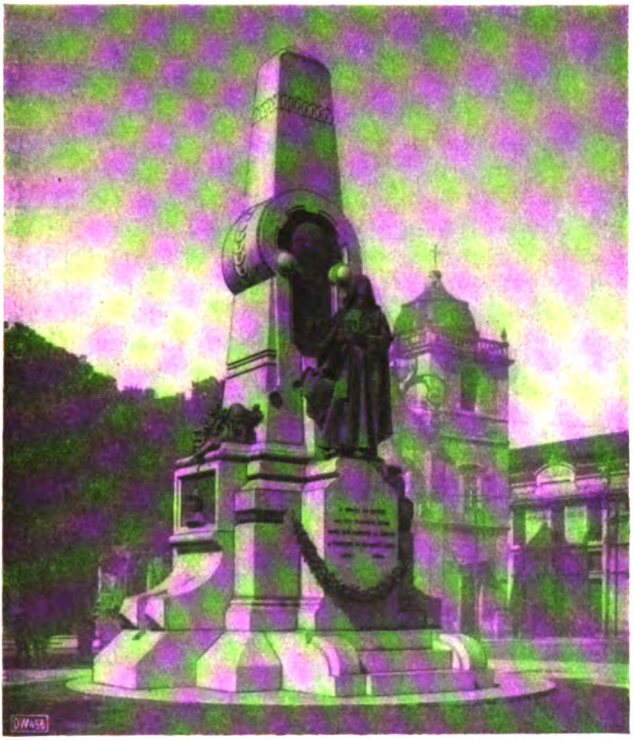


Abb. 4. Denkmal für den Erfinder des Heißluftballons, Laurenzo de Gusmao in Santos

machenden Metallkugeln bestehen sollte. Die eingehenden gelehrten Abhandlungen dieses physikalisch geschulten Paters hat sicher der 1685 zu Santos in der brasilianischen Provinz Sao Paulo geborene *Laurenzo de Gusmao* gekannt, der ursprünglich auch der Gesellschaft Jesu angehört hat. Diesem und nicht den Brüdern *Montgolfier* ist die Erfindung des Heißluftballons zuzuschreiben, denn er hatte den Gedanken gefaßt, einen leichten Hohlkörper durch Entzünden eines Feuers, also Füllung seines Inneren mit heißer Luft, zum Aufstieg zu bringen. Eine Prinzessin eines deutschen Fürstentums, *Elisabeth von*

Digitized by Google

Braunschweig-Wolfenbüttel, die Gemahlin Karls VI. und die Mutter von Maria Theresia, empfahl den Pater dem König Johann von Portugal, der nach Kenntnisnahme der Vorschläge de Gusmao am 17. April 1709 ein „Patent" auf seine Erfindung erteilte. Am 8. August 1709 stieg ein Ballon in Gegenwart des Königs und seines Hofes auf. Das begeisterte Volk gab dem Erfinder die Beinamen „Voador", Flieger, und „Passarola", Vogel. Die Tatsache dieses ersten Aufstiegs eines Luftballons ist nach den Untersuchungen von Geschichtsforschern schon lange nicht mehr anzuzweifeln, und doch wird die Geschichte immer noch gefälscht.

In der Öffentlichkeit geriet de Gusmaos Erfindung bald in Vergessenheit, aber es spricht alles dafür, daß in wissenschaftlichen Kreisen das gesetzmäßige Verhalten der leichten „Luft" auf Grund seines Aufstieges weiter untersucht wurde. 1755 nämlich gab wieder ein Pater, der Dominikaner *Galien*, ein Buch heraus: „L'Art de navigeur dans les airs", in dem er über das Gewicht der Luft in den verschiedenen Höhen klare Vorstellungen entwickelte und als Schlußfolgerung vorschlug, einen Körper mit der Luft der oberen Schichten, der „Région de la grêle", der Hagelschicht, zu füllen. 11 Jahre später, 1766, entdeckte der englische Chemiker *Cavendish* das Wasserstoffgas und stellte fest, daß es viel leichter als Luft ist, und sein Landsmann *Priestley* veröffentlichte 1776 über die verschiedenen Arten von „Luft" ein Buch, in dem auch die große Leichtigkeit des neuen Gases hervorgehoben worden war. Schritt für Schritt ging es vorwärts. *Leo Cavallo* stellte als erster mit diesem Gas Versuche an. Nachdem es ihm gelungen war, es in Seife, Gummilösung, Firnis und Öl zu pusten und die entstandenen Blasen zum Fortfliegen zu bringen, füllte er das Gas in Schweinsblasen und Säcke aus chinesischem Papier, aus denen es aber so schnell entwich, daß die Ballone keinen Auftrieb behielten. Er kam dann auf den Gedanken, Säcke aus den feinen Häutchen des Blinddarms der Rinder und Schafe, Goldschlägerhaut von ihrer Benutzung bei der Schaumgoldbereitung genannt, zu fertigen, zu Versuchen gelangte er nicht mehr, da inzwischen die Brüder Montgolfier ihm mit dem Aufstieg ihres Heißluftballons zuvorkamen.

Die Franzosen *Stefan* und *Josef Montgolfier*, Papierfabrikanten zu Annonay, waren mathematisch, physikalisch und technisch gut vorgebildet, so daß anzunehmen ist, daß sie die vorliegenden Arbeiten über die Gase gekannt haben. Die Erzählungen, nach denen die Wiedererfindung des Heißluftballons ein Zufall sein soll, dürften deshalb ins Reich der Fabel gehören. Nach einigen Vorversuchen ließen sie am 5. Juni 1783 in ihrer Heimatstadt einen aus Papier hergestellten, mit Leinwand gefütterten kugelförmigen Ballon von 34 m Umfang in Gegenwart einer zahlreichen Zuschauerschaft steigen, und damit wurde

Digitized by Google

der nunmehr nach ihnen „Montgolfiere" genannte Heißluftballon wieder in die Öffentlichkeit gebracht und trat seinen Siegesflug durch die ganze Welt an. Ihr unbestrittenes Verdienst ist es, den äußeren Anstoß gegeben zu haben, daß man sich von nun an mit der Lösung der Frage zur Lenkung von Luftfahrzeugen ernstlich beschäftigte.

Dem Physiker *Charles* gelang es am 29. August 1783, einen mit Wasserstoffgas gefüllten Ballon, Charliere nach ihm genannt, zum Aufstieg zu bringen, dessen Seidenstoff auf Rat der Brüder *Robert* mit Kautschuk gedichtet war. Aber in einer Montgolfiere wurden die ersten lebenden Wesen, ein Hammel, ein Hahn und eine Ente, am 19. September in die Luft geschickt. Die Ehre des ersten Aufstiegs eines Menschen gebührt *Pilâtre de Rozier*, der am 15. Oktober in einem gefesselten, am 21. November mit dem *Marquis d'Arlandes* in einem freien Ballon auffuhr. Schwer war es gewesen, die Erlaubnis zur Freifahrt vom Könige zu erhalten, der ursprünglich zwei zum Tode verurteilte Verbrecher für den Aufstieg bestimmt hatte. Den Kanal hat zuerst der Berufsluftfahrer *Blanchard* zwei Jahre später mit dem amerikanischen Arzt Dr. *Jeffries* am 7. Januar 1785 überquert. Ein zweiter Versuch brachte die ersten Todesopfer der Luftfahrt: Rozier stürzte mit seinem Begleiter *Romain* mit seinem Ballon ab, der, ein Mittelding zwischen Charliere und Montgolfiere, Roziere genannt, in Brand geraten war.

Vom Ballon zum Luftschiff

Der von Charles entworfene Ballon besaß im wesentlichen schon die Einrichtungen, die er heute noch hat: Kautschukdichtung, Netz, Sicherheits- und Manövrierklappe auf dem obersten, Füllansatz am untersten Teil der Hülle, Gondel. Der Seemannsanker, der häufig bei starkem Wind nicht faßte, so daß gefährliche Schleiffahrten über Stock und Stein erfolgten, ist durch die vom amerikanischen Leutnant *Wise* schon 1844 erdachte Reißbahn erst in den neunziger Jahren ersetzt worden. Sie besteht aus einem keilförmigen, länglichen Stück Stoff, das unter einem ebenso geformten Schlitz einer Ballonbahn geklebt wird, der etwa vom Äquator bis in die Nähe des Ventils führt. Bei der Landung wird die Bahn abgerissen, so daß das Gas durch den großen Schlitz schnell entweichen kann.

Der für Erkundungszwecke beim Heere als Fesselballon verwendete Kugelballon, der schon bei Windstärken von 6 bis 8 m stark hin und her geschleudert wurde, ist 1894 zuerst bei der Preußischen Luftschiffer-Abteilung durch einen Drachenballon nach dem Entwurf von *v. Parseval* und *v. Sigsfeld* ersetzt worden. Der Grundgedanke liegt in der schrägen Drachenstellung eines walzigen Körpers, der sich

Digitized by Google

mit seinem Querschnitt stets dem Winde entgegenstellt, also weniger Widerstand erfährt als eine Kugel. Am hinteren Ende, unten und an den Seiten angebrachte Luftsäcke, in die durch ein „Maul" der Wind hineinblasen kann, bewirken ruhige Stellung des Ballons. Ein wesentlicher Teil ist ein im Innern befindlicher Luftsack, Ballonet genannt, erfunden von dem französischen Offizier *Meusnier* (gefallen als General 1793 bei Mainz), in das von vorn die Luft hineinströmen und den Ballon bei Gasverlust prall halten kann, was nötig ist, um den Wind glatt abströmen zu lassen.

Auch die Stich-(Pilot-)Ballone, die seit 40 Jahren mit und ohne Meßgeräte zur Erforschung der freien Lufthülle in die Höhe geschickt werden, sind schon von Charles zur Bestimmung der Windrichtung verwandt worden. Die in unserem Zeitalter auf Veranlassung von Prof. *Assmann* aus leicht dehnbarem Gummi hergestellten, geschlossen zum Aufstieg zu bringenden Stichballone erreichen sehr große Höhen. So verfolgte Dr. *Stolberg* in Grönland einen Gummiballon mit dem Fernrohr bis zur Höhe von 39 000 m, wo 106 m/s Wind herrschte. Verbesserungen des Frei- und Fesselballons sind in neuster Zeit von der Wasser- und Luftfahrzeug-Gesellschaft vorgenommen worden, und die Augsburger Ballonfabrik, unter dem Namen Riedinger in der Welt rühmlichst bekannt geworden, baut Fesselballone mit Motor.

Sofort nach den Aufstiegen der Montgolfieren haben die Versuche eingesetzt, sie lenkbar zu machen. Zunächst wurden nach dem Vorbild der Wasserfahrzeuge Segel, Ruder und Steuer angewendet. Ruder wollte noch im Jahr 1872 der französische Schiffsingenieur *Dupuy de Lome* anwenden, und einen Segelballon hat auch der durch seine Arbeiten über Luftbewegungen und -kräfte bekannt gewordene Professor *Wellner* von der Technischen Hochschule zu Brünn 1883 entworfen. Nach vielen mißglückten Versuchen erzielte der deutsche Ingenieur *Paul Haenlein* aus Mainz im Jahre 1872 einen ersten beachtenswerten Erfolg. Er hatte seinem 50 m langen, bei 9,2 m größtem Durchmesser 2408 m³ Gas fassenden Ballonkörper die Umdrehungsgestalt der im Wasser befindlichen Kiellinie eines Schiffes gegeben und zum ersten Mal eine Gasmaschine, Bauart Lenoir, benutzt, der das Speisegas aus dem Ballon selbst zugeführt wurde. Der hohen Kosten halber konnte die Hülle nicht mit Wasserstoffgas, sondern nur mit Leuchtgas gefüllt werden, und die Probefahrt mußte des geringen Auftriebs wegen an Haltetauen vorgenommen werden. Obwohl eine Geschwindigkeit von 5 m/s erzielt wurde, was für die damalige Zeit einen großen Erfolg bedeutete, konnten aus Geldmangel keine weiteren Aufstiege mit diesem höchst aussichtsreichen Luftschiff ausgeführt werden.

Die zwölf Jahre später gemachten erfolgreichen Fahrten der französischen Hauptleute *Renard* und *Krebs*, die ihr in Torpedoform gebautes Luftschiff „La France" bei 7 Fahrten fünfmal zur Startstelle

Digitized by Google

zurücksteuerten, wurden ebenfalls abgebrochen, weil die erreichte Geschwindigkeit von 6,4 m/s zu gering erschien und die Fahrtdauer sehr beschränkt war. Von den späteren Versuchsbauten ist das von dem Österreicher *Schwarz* entworfene Luftschiff zu erwähnen, das 1897 mit Hilfe der Luftschiffer-Abteilung auf dem Tempelhofer Feld zum Aufstieg gebracht wurde und wenige Minuten später strandete. Es war vollkommen aus Aluminium hergestellt und wurde deshalb von Neidern des Grafen Zeppelin als ein Vorläufer seiner Aluminium-Gerippe-Luftschiffe bezeichnet, obwohl die Pläne Zeppelins schon in viel früherer Zeit festlagen und überdies seine Bauart eine völlig andere war. Zeppelin hat vollkommen neue Wege gewiesen, indem er in ein mit einer Außenhaut umgebenes Metallgerippe die Gaszellen hineinlegte. Bahnbrechend ist der alte Reitergeneral gewesen nicht nur in bezug auf die Ausmaße seiner Fahrzeuge, sondern auch in seinem Weitblick für die Verwendung der Luftschiffe. Die Denkschrift, die er dem König *Karl* von Württemberg im Jahre 1887 überreicht hat, sagt alles voraus, was wir heute erlebt haben: „Zur wirklichen Nutzbarmachung der freien Luftschiffahrt für militärische Zwecke ist es erforderlich, daß die Schiffe auch gegen stärkere Luftströmungen vorwärts kommen, so daß sie erst nach längerer Zeit (mindestens 24 Stunden) zu landen genötigt sind, um weite Rekognoszierungen ausführen zu können; daß sie bedeutende Tragkraft besitzen, um Menschen, Vorräte oder Sprenggeschosse mitführen zu können. Alle diese Anforderungen bedingen viel ausgedehntere Gasräume, also große Luftschiffe. Wesentliche Fortschritte in der Vervollkommnung der lenkbaren Luftschiffe bleiben dann nur noch zu machen in der Findung einer zum Durchschneiden der Luft geeigneteren Form und der Möglichkeit, ohne Ballastverminderung zu steigen und ohne Gasverlust zu sinken. Gelingt es, diese Probleme zu lösen, so hat die Luftschiffahrt eine noch ganz unschätzbare Bedeutung, nicht allein in der Kriegsführung, sondern auch für den allgemeinen Verkehr (kürzeste Verbindung durch Gebirge oder Meere getrennter Orte), für Erforschung der Erde (Nordpol, Innerafrika) in der Zukunft gewiß."

Zeppelins Pläne schlugen wie eine Bombe ein. Viel kleinere Freiballone waren nur nach schweren Schleiffahrten über Stock und Stein zur Landung gebracht und dabei zerstört worden, und nun bezeichnete Graf Zeppelin gar seinen bei 128 m Länge und 11,6 m Durchmesser, 11 000 m^3 Gas fassenden Ballon nur als ersten Versuch, dem solche mit viel größeren Fahrzeugen folgen sollten. Die irrige Ansicht über die Art und Weise der Landung eines mit Motoren ausgerüsteten Ballons war der Hauptgrund der Ablehnung von riesigen Luftschiffen. Es muß hier zur Zerstörung einer in der Luftfahrt immer noch verbreiteten Legende betont werden, daß die überwiegende Zahl von uns Luftschifferoffizieren, insbesondere

Digitized by Google

unser tätiger Kamerad *Bartsch von Sigsfeld*, immer auf Seiten Zeppelins und seines Riesenluftschiffs gestanden haben, und daß nur einer, aber leider derjenige, der das Ohr des Kriegsministeriums hatte, ihm ständig Schwierigkeiten bereitet hat. Mängel hatten natürlich die ersten Entwürfe, aber man hatte daran denken müssen, daß jede große technische Neuerung nach ihrer Ausarbeitung mit Zeichenfeder und Rechenstift noch eine große Versuchsreihe zu ihrer vollkommenen Reife braucht. Die wesentlichsten Merkmale des damaligen Starrluftschiffes, dessen erster Plan unter Leitung von Zeppelin durch einen Beruf ingenieur, *Kober*, ausgearbeitet worden ist, sind folgende: Der lange walzige, an den Enden zugespitzte Körper, der aus einem starren Gerippe aus verspannten Leichtmetallringen gebildet wird, die durch Längsträger miteinander verbunden sind, die Unterteilung des Gasraumes in einzelne, durch Ringverspannungen von einander getrennte Zellen, die wartbaren Motoren in zwei Gondeln, die Außenhülle, durch die die Gaszellen vor unmittelbarer Sonnenstrahlung geschützt werden, die am Gerippe angreifenden Luftschrauben und endlich ein Laufgewicht, durch dessen Verschiebung die Höhensteuerung erfolgte. Im Laufe der Zeit haben die Luftschiffe mannigfache verbessernde Veränderungen erfahren, die zunächst in erster Linie einem treuen Mitarbeiter des Grafen, Dr. *Dürr*, zu danken sind, der von Beginn des Baues an bei ihm gewesen und trotz wiederholter Lockungen des Auslandes ihm auch in den schwersten Zeiten treu geblieben ist.

Die Schwierigkeiten, die sich Zeppelin entgegengestellt haben, seien kurz zusammengefaßt. 1894 hat zuerst ein durch den Kaiser eingesetzter Ausschuß seinen Entwurf begutachtet und ihn schließlich nach Hervorheben einiger tatsächlich vorhandener Mängel mit der höchst merkwürdigen Endbegründung abgetan, daß die Ausführung der Erfindung kein Geheimnis bleiben würde, und daß deshalb die Gegner Deutschlands bald ebensolche Luftschiffe besitzen würden; das Luftschiff werde nur von wenigen wohlvorbereiteten Stellen aufsteigen und dort wieder landen können; „über solche schwerfälligen Apparate schritten die Ereignisse des Krieges fort".

Damit war die Bewilligung von Geld für den Bau ausgeschlossen, und der Graf mußte selbst versuchen, die Mittel durch Gutscheine in der Höhe von 20 und mehr Mark aufzubringen.

Eine wertvolle Förderung brachte der Verein deutscher Ingenieure, der am 30. December 1896 einen Aufruf erließ, der mit den Worten schließt: „Wir glauben, an die deutschen Industriellen und insbesondere an die Mitglieder unseres Vereines uns wenden und ihnen die Bitte um ihre Mitwirkung bei dem bedeutenden Unternehmen warm ans Herz legen zu sollen." Eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 800 000 Mark, von der Graf Zeppelin fast die Hälfte selbst zeichnen mußte,

Digitized by Google

wurde gegründet, und unter der technischen Leitung von Oberingenieur *Kübler,* der kaufmännischen von *Ernst Uhland* wurde 1899 in einer im Bodensee verankerten schwimmenden Halle das erste Luftschiff gebaut, das am 2. Juli 1900 seinen denkwürdigen ersten Aufstieg gemacht hat. Dieser endete nicht den Voraussagen der Gegner gemäß mit „einer Katastrophe", sondern bewies, daß nach Beseitigung verschiedener Mängel ein Erfolg zu erwarten sei. Die weitere Entwicklung des Zeppelinschen Luftschiffes, dessen Bau wiederholt wegen Geldmangel zum Erliegen zu kommen drohte, ist wohl noch in der Erinnerung, sie ist in zahlreichen Büchern verewigt worden. In den Darstellungen ist aber nicht seinem Verdienst entsprechend Professor *Hergesells* gedacht, des treuen Mitkämpfers, dessen Einfluß in erster Linie auch der Umschwung in der Gesinnung des durch Berichte anderer Fachleute irregeführten Kaisers Zeppelin gegenüber zu danken gewesen ist. Weniger bekannt, und auch in den amtlichen Veröffentlichungen des Luftschiffbau Zeppelin nur nebenbei erwähnt, nicht entsprechend der ihr nach einem mir vom Grafen Zeppelin damals zugegangenen Brief zukommenden Bedeutung ist die Tatsache, daß im Jahre 1903 erst wieder Mittel flossen, als der Geh. Kommerzienrat *Körting* auf meine Veranlassung zwei Motoren gestiftet hatte. Zeppelin schrieb am 12. November 1903, daß er hoffe „im Anschluß an die hochherzige Tat des Herrn Kommerzienrat Körting, die zum Neubau erforderlichen Mittel zusammenzubringen", und in seiner Liebenswürdigkeit schrieb er weiter: „Wenn Deutschland dann zuerst in den Besitz gebrauchstüchtiger Fahrzeuge gelangt, so werden Sie sich des Bewußtseins freuen dürfen, wesentlich zu der Erlangung dieser wertvollen Errungenschaft beigetragen zu haben." Es seien an dieser Stelle einige noch nicht erwähnte Namen von Männern genannt, die, außerhalb des Luftschiffbau Zeppelin stehend, dem Grafen stets unentwegt treu beigestanden haben: *Lewald, Mischke, Moedebeck* und *v. Kehler.* Noch eins sei hier erwähnt: Zeppelin war gewiß ein starrer Kopf, aber es ist nicht zutreffend, daß er sich immer überheblich den Ratschlägen erfahrener Techniker entgegengestemmt hat. Als ich ihm einmal vorhielt, es gäbe doch manche Einzelheiten an seiner Bauart, die der Verbesserung bedürften, meinte er, daß er genau wisse, daß ihm die geschulten Ingenieure manchen trefflichen Rat erteilten, aber er würde aus der Verbesserei nicht herauskommen und nicht zu einem Aufstieg gelangen, wenn er alle Ratschläge befolgen würde. Zunächst müsse er mal so weiter bauen, wie er es sich gedacht habe. Er hat Recht gehabt! Er ist in vielem der Entwicklung vorausgeeilt und wir müssen an das Goethe-Wort denken:

„Die Zeit zum Handeln jedesmal verpassen,
Wenn wir die Dinge sich entwickeln lassen.
Was hat sich denn entwickelt — saget an — —
Was man zur rechten Stunde nicht getan."

Digitized by Google

Aus allen geldlichen Schwierigkeiten ist Graf Zeppelin erst herausgekommen, als sein viertes Schiff am 5. August 1908 nach einer tags zuvor begonnenen Fahrt von Friedrichshafen über Basel—Mainz—Stuttgart nach einer Landung bei Echterdingen in Brand geriet und vollständig zerstört wurde. Aus freien Stücken wurde in allen Teilen Deutschlands eine Sammlung eingeleitet, die 6 100 000 Mark einbrachte, aus denen die Zeppelinstiftung ins Leben gerufen wurde, deren Vorstand jetzt Dr. *Eckener* und Dipl.-Ing. *Alfred Graf v. Soden-Fraunhofen* sind. Aus der Satzung dieser Stiftung sei die Bestimmung herausgehoben, nach der ganz allgemein „Unternehmungen, welche den Bau, Betrieb oder Verkauf von Luftfahrzeugen zum Gegenstand haben", auch unterstützt werden sollen. Daß Graf Zeppelin also mit Mitteln der Stiftung auch die Förderung des Flugs im Auge hatte, wird aus seiner oben dargelegten Einstellung zum Flugzeugbau verständlich.

Nach dem Echterdinger Glück bringenden Unglück wurde von Zeppelin als Generaldirektor Kommerzienrat *Alfred Colsmann* angestellt, der sich unauslöschliche Verdienste um das Werk erworben hat. Zunächst hat er aus Mitteln der Stiftung die Luftschiffbau Zeppelin G. m. b. H. mit 3 Millionen Mark ins Leben gerufen, dann ist ihm die Gründung der ersten Luftverkehrs-Gesellschaft der Welt zu danken, der Deutschen Luftschiffahrts A.G. (Delag), die am 16. November 1909 zu Frankfurt a. M. gebildet wurde und den Betrieb von Fahrgastluftschiffen zum Gegenstand hatte. Schwer mußten die Erfahrungen erkauft werden, auf die sich die heutigen Erfolge eines „Graf Zeppelin" stutzen, und es bedurfte zeitweise der ganzen Energie des hoffnungsfreudigen Generaldirektors, nicht zu verzagen. Das erste Schiff der Delag scheiterte am 28. Juli 1910 schon bei seiner zweiten Fahrt in den Bäumen des Teutoburger Waldes, das Aushilfsschiff, L. Z. 6, fiel am 14. September in seiner Halle zu Baden-Oos infolge leichtsinnigen Umgehens des Bordwartes mit Benzin einem Brand zum Opfer und die zweite „Deutschland" wurde am 16. Mai 1911 durch Seitenwind gegen die Halle geworfen und zerbrach. Dann aber kamen die Erfolge mit der „Schwaben", der „Viktoria Luise", der „Hansa" und nach dem Kriege mit dem „Bodensee" und dem „Nordstern", die beide an Italien und Frankreich ausgeliefert werden mußten.

Colsmann hat im Jahre 1907 auch den Mann in den Dienst Zeppelins gezogen, dem es zu danken ist, daß das Werk nach dem Krieg noch am Leben geblieben ist und auf dessen starken Schultern der ganze Betrieb jetzt allein ruht: Dr. *Eckener*. Ursprünglich als Pressebearbeiter hinzugezogen, übertrug ihm Colsmann nach der Strandung der ersten Deutschland den Fahrbetrieb, den er so meisterhaft beherrschen gelernt hat. Ihm ist es zu danken, daß die durch Prof. Hergesell bei einem dem Kaiser in Urville nach der Strandung des Militärluftschiffes L. Z. 5 1909 gehaltenen Vortrag zuerst als notwendig bezeich-

Digitized by Google

nete auf die Wetterkunde sich stützende Fahrkunst so vorzüglich ausgebildet worden ist, daß, soweit es im menschlichen Können liegt, die Sicherheit der Fahrten gewährleistet ist. Eckeners Energie und Fähigkeit ist es ferner zu danken, daß nach dem Krieg der Luftschiffbau Zeppelin nicht zum Erliegen gekommen ist. Die Behörde stand lange Zeit gegen das Luftschiff, und nur wenige haben damals Eckener in der Öffentlichkeit beigestanden, wozu auch ich mich rechnen darf.

Die technische Entwicklung der Starrluftschiffe hat wesentliche Fortschritte gemacht, als sich der Seeschiffbauer Prof. *Schütte* nach dem Echterdinger Unglück dem Luftschiffbau zuwandte und mit Unterstützung des Industriellen Dr. *Karl Lanz* in Rheinau bei Mannheim, die Schütte-Lanz-Luftschiffe schuf, deren erstes am 17. Oktober 1911 seine Probefahrt gemacht hat. Schütte ist die heutige Form der Luftschiffe zu danken, die eine große Geschwindigkeitssteigerung zur Folge gehabt hat. Den größten Querschnitt des Luftschiffkörpers legte er an einen Punkt der Schiffslänge, der diese nach dem goldenen Schnitt teilte, und schließlich ließ er die Linie des Hinterschiffes vom Hauptspant an in stetiger Verjüngung bis zum Ende verlaufen. Sein 24 000 m^3 großes zweites Luftschiff ist bahnbrechend für den gesamten Luftschiffbau geworden. Die Form, der innenliegende Laufgang, Gleichgewichtseinrichtungen, Leitwerk, unstarre Gondelaufhängung und -anordnung, Stirnradübersetzung mit Rückwärtsgang zwischen Motor- und Luftschraubenwelle, Lagerung der Schraube am Ende der Motorengondel und die Ableitung der höchst gefährlichen Knallgasbildung durch besondere Gasschächte zum Rücken des Schiffes sind die hauptsächlichsten und wichtigsten Merkmale der Schütte-Lanz-Luftschiffe, von denen im ganzen 22, das größte 65 000 m^3 fassend, gebaut worden sind. Außerdem ist Schütte schon 1908 für die Verlegung der Motoren ins Innere des Körpers eingetreten.

Während im Krieg die Entwicklung auf die Vergrößerung der Tragfähigkeit hinzielte, damit man eine große Bombenlast mitführen konnte und große Steigfähigkeit zum Schutze gegen die Einwirkung der Abwehrgeschütze erreichte, ist nach dem Krieg wieder auf größere Festigkeit und Sicherheit Wert gelegt worden, da der Luftschiffverkehr zum regelmäßigen Betrieb ausgestaltet werden mußte. Auch die mit Wasserstoffgas gefüllten Schiffe bieten durch die verschiedensten Einrichtungen, von denen die Lüftung in erster Linie zu nennen ist, größte Sicherheit, und es ist wohl nur ein Zugeständnis an die öffentliche Meinung, wenn die Zellen mit dem unbrennbaren Helium gefüllt werden sollen; es ist keineswegs eine Notwendigkeit angesichts der Erfahrungen, die Dr. Eckener und seine Besatzung besitzen. Das furchtbare Unglück, das am 3. April 1933 das amerikanische Luftschiff „Akron" getroffen hat, ändert an diesem Urteil nichts. Die „Akron" entsprach nicht den an sie gestellten Anforderungen.

Digitized by Google

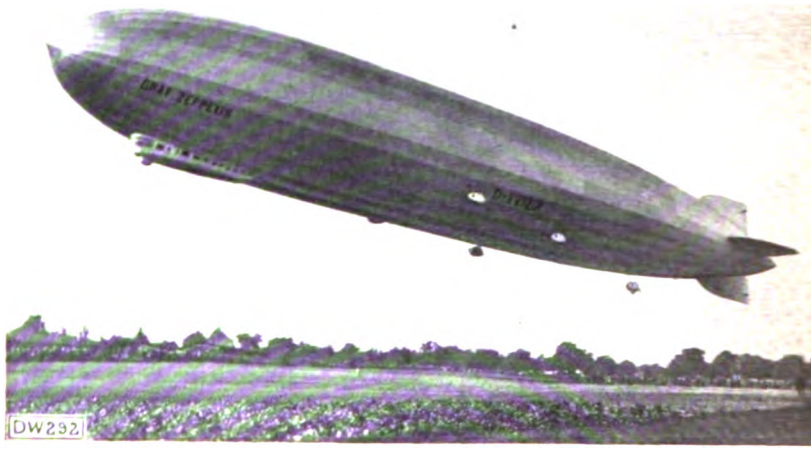


Abb. 5. Luftschiff LZ 127 „Graf Zeppelin". Führer: Dr. Eckener, Dipl.-Ing. Lehmann, Kapitän Flemming und Kapitän Schiller

Über die Leistungen der Starrluftschiffe seien einige Zahlen angegeben, an die man sich erinnern muß, wenn man an das amerikanische Unglück denkt: Kommandant *Lehmann,* jetzt erster Führer des „Graf Zeppelin", blieb 1917 volle 101 Stunden in der Luft, Kapitän *Bockholt* fuhr mit L. Z. 101 von Jamboli in Bulgarien nach Khartum und zurück in 95 Stunden, der französische Kommandant *Du Plessis* hat 1923 mit dem abgelieferten L. 72 die Dauerhöchstleistung von 118 Std. 41 Min. erzielt, L. Z. 126 wurde durch Dr. Eckener vom 12. bis 16. Oktober 1924 in 81 Std. 17 Min. von Friedrichshafen nach New York geführt, und L. Z. 127 machte 1928 die Fahrt nach Nordamerika und zurück, 1929 die denkwürdige Fahrt um die Erde, bei der 34 200 km in 20 Tagen 4 Std. 17 Min. durchmessen wurden. Vor drei Jahren ist der Verkehr nach Südamerika eröffnet worden, der jetzt zu einer regelmäßigen Einrichtung ausgestaltet werden soll, und der Verkehr nach Niederländisch Indien und Nordamerika werden vorbereitet.

Neben dem Starrbau hat sich noch der Prallbau bis auf den heutigen Tag zu halten vermocht. Wieder ist es ein Deutscher, der diese nicht nur für Werbezwecke und für den Luftschutz, sondern in verschiedenen Heeren und Marinen zur Luft gerüsteter Staaten auch für Erkundungszwecke eingeführten Luftschiffe entworfen und entwickelt hat: Major *v. Parseval.* Nach den Erfolgen der französischen Luftschiffe der Prophet Zeppelin galt damals noch nichts in seinem Vater-

Digitized by Google

lande — vom Jahre 1903 ab, hatte der Kaiser nach einem von Major *v. Kehler* im Berliner Verein für Luftschiffahrt am 18. Dezember 1905 gehaltenen Vortrag die Gründung der „Motorluftschiff-Studiengesellschaft" angeregt, die sich des schon 1902 von Major v. Parseval entworfenen Prallluftschiffes völlig unstarrer Bauart annehmen sollte. Das wesentliche daran ist, daß es nur in der Gondel und im Leitwerk starre Teile hat. Die Prallerhaltung der Form sichern Luftsäcke, die schon beim Drachenfesselballon erwähnt sind. An der Entwicklung dieses Luftschiffes, das 1906 zuerst dem Luftschifferbataillon vorgeführt wurde, haben besonderen Anteil Major v. Kehler und Major *Stelling,* die noch heute für diese Luftschiffe wirken. Bis zum Ende des Krieges hat die Luftfahrzeug-Gesellschaft 20 Schiffe bis zu einer Größe von 31 500 m^3 gebaut. Seit 1928 werden von dem jetzt „Wasser- und Luftfahrzeug-Gesellschaft" genannten Werk Luftschiffe von 1800 bis 2600 m^3 Größe für wirtschaftliche, hauptsächlich für Werbezwecke gebaut. Diese Schiffe können monatelang an einem zusammenlegbaren und fahrbaren Mast verankert werden, so daß sie von einer Halle unabhängig sind. Neben diesen Luftschiffen ist von Dipl.-Ing. *Naatz* eine ganz neue Bauart, das Stahlnetzluftschiff, entwickelt worden, das bei großer Festigkeit und doch guter Federung gegenüber den Starrluftschiffen den großen Vorteil geringeren Gewichts hat, so daß es auch in kleineren Abmessungen von 4000 m^3 an gebaut werden kann. Die Polfahrten der „Norge" und „Italia" haben überdies bewiesen, daß auch mit Prallluftschiffen große Leistungen erzielt werden können.

Eine dritte Bauart stellen die halbstarren Prallluftschiffe dar. Über diese können wir in wenigen Sätzen hinweggehen, weil sie schon im Kriege von der Bildfläche verschwunden sind, obwohl viele Schiffe erfolgreiche Fahrten gemacht haben. Sie sind französischen Ursprungs und unterscheiden sich von der Parsevalschen Bauart hauptsächlich durch den festen Kiel, der die Gondel aufnimmt und die Verbindung mit der Hülle bildet. Das Preußische Luftschifferbataillon hat unter dem Kommandeur Major *v. Besser* durch den Schiffsingenieur *Basenach* 1907 ein halbstarres Luftschiff bauen lassen. Hier muß die Legende zerstört werden, daß ein anderer diese Bauart entworfen hat. Der noch heute in Kiel tätige Oberingenieur Basenach hat in einer Zeitung mit Genehmigung des Kriegsministeriums durch eine Mitteilung die Öffentlichkeit aufgeklärt, allerdings mit wenig Erfolg. Obwohl mit dem deutschen Militärluftschiff viele hervorragende Fahrten durchgeführt wurden, und obwohl ein bei den Siemens-Schuckert-Werken durch Professor *Krell,* dem Schöpfer der ersten drehbaren Luftschiffhalle, gebautes 12 000 m^3 großes, halbstarres Luftschiff ebenfalls erfolgreiche Aufstiege machte, wurde diese Bauart verlassen, da die militärischen Verwendungszwecke besser durch die star-

Digitized by Google

ren und unstarren Fahrzeuge zu erreichen waren. Es sei noch erwähnt, daß auch die Gummifabrik von Clouth in Köln, Ruthenberg zu Berlin und die Rheinisch-Westfalische Motorluftschiff-Gesellschaft Luftschiffe gebaut haben. Das Luftschiff der letztgenannten Gesellschaft, von *Erbslöh* entworfen, ist am 13. Juli 1910 in der Luft geplatzt und abgestürzt, seine Besatzung kam dabei um.

Der deutsche motorlose Flug

Otto Lilienthal hat nicht nur die Wege zum Motorflug gewiesen, sondern auch einen außerordentlich volkstümlich gewordenen Sport angeregt, der der Wissenschaft zur Erforschung der freien Lufthülle, der Technik des Flugzeugbaus und der Flugkunst wichtige Erkenntnisse gebracht hat. 23 Jahre nach dem Tode des Altmeisters der Fliegekunst hat der Gleit- und Segelflugsport seinen Siegesflug durch die ganze Welt angetreten, und wieder gebührt Deutschen das mit keinem anderen zu teilende Verdienst, die Entwicklungsmöglichkeit des motorlosen Fluges erkannt und zähe an seiner Vervollkommnung gearbeitet zu haben. Zunächst begann in Deutschland *Erich Offermann* 1908 auf dem Hohen Venn in der Eifel wieder mit Gleitflügen, dann übten Mitglieder des Berliner Vereins für Luftschiffahrt unter Leitung von Professor *Süring* 1909 auf einem von mir bei dem französischen Flugzeugbauer Voisin gekauften Gleiter, und Oberingenieur *Schrader* nahm beim Schlesischen Luftfahrtverein planmäßig die Forschungen auf. Aus Geldmangel wurden die Flugübungen eingestellt. 1912 begeisterte sich für die Sache ein Darmstädter Gymnasiast, *Hans Gutermuth*, der nicht nur seiner Erfolge wegen genannt werden muß, sondern auch, weil ihm die Entdeckung der Wasserkuppe als besonders geeignetes Fluggelände zu danken ist. Im Krieg führte nur *Harth* 1914 und 1915 einige Flüge ohne Höhenverlust aus. Nach dem Krieg setzte der Sport im Jahre 1919 wieder ein, in dem Darmstädter und Dresdner Flugbeflissene auf die Wasserkuppe zogen und sich Ingenieur *Oskar Ursinus*, seitdem Rhongeist oder Rhonvater genannt, der Gleitflugsache energisch annahm. Ein Wettbewerb wurde vom Verband Deutscher Modell- und Gleitflugvereine beschlossen, und Ursinus erließ 1920 in seiner Zeitschrift „Flugsport" einen wohlbegründeten Aufruf und leistete vor allem Bürgschaft für die Unkosten. Ohne diese selbstlose Gutsagung wäre die Sache wohl kaum durchführbar gewesen. Eine kleine Gemeinde von Fliegern beteiligte sich, deren Namen als Wegbereiter der Segelflugkunst genannt werden müssen, wenn man heute von ihren Großmeistern spricht: *v. Lössl*, *Harth*, *Klemperer*, *Leusch*, *Koller* und *Martens*. Als Flugzeugentwerfer und -bauer, deren Arbeit die Leistungen ermöglicht haben, betätigten sich *Harth*, *Messerschmitt*, *Madelung* und *Espenlaub*. Die Motorflieger und die großen maßgebenden Vereine

Digitized by Google

standen dem neuen Sport nicht sehr freundlich gegenüber und bezweifelten seinen Wert, aber die flugbegeisterte Jugend ließ sich zunächst nicht entmutigen, und die Leistungen stiegen auf 4080 m Strecke (Koller), 21½ min Dauer bei 150 m Entfernung zwischen Abflug und Landestelle (Harth) und Überlandflüge (Klemperer und Martens). Doch dann trat etwas Entmutigung ein. Nach den tödlichen Abstürzen von v. Lössl und Leusch wurde dem Sport außer der Wertlosigkeit noch der Vorwurf der Gefährlichkeit gemacht, und einflußreiche Motorflieger nahmen Stellung gegen die Flugübungen. Als dadurch die Wettbewerbe in Frage gestellt waren, griff Ursinus noch einmal rettend ein; er weckte die Begeisterung wieder und setzte für 1922 den Wettbewerb durch. Da begann der Umschwung infolge glänzender Leistungen: es flogen am 18. August 1922 Martens 1 Std. 6 Min., am 19. und 24. Hentzen über zwei und drei Stunden. Das ließ die Flugwelt des In- und Auslandes aufhorchen. Namhafte Luftfahrttechniker und -wissenschaftler, wie *Baeumker, Eisenlohr, Everling, Hoff, Linke, Offermann, Prandtl, Schlink* und *Schrenk* klärten die Fachwelt auf, und von nun an wurden die Motorflieger nach und nach bekehrt, so daß es wohl heute kaum noch einen gibt, der nicht die Segelflugschulung mitgemacht hat oder wenigstens den Wert anerkennt.

Es muß hier etwas Lehrmäßiges eingeschaltet werden. Gleitflug ist ein langsam abwärts gehender Flug einer unter flachem Winkel zur Flugrichtung eingestellten gewölbten Tragfläche, die in jeder Sekunde etwas, sagen wir mal 0,8 bis 1,5 m, an Höhe verliert. Den sekundlichen Höhenverlust nennt man Sinkgeschwindigkeit. Segelflug ist ein Flug mit Erhaltung der Höhe oder mit Höhengewinn. Dieser ist nur möglich, wenn eine Kraft das motorlose Flugzeug in der Schwebe hält oder zum Steigen bringt. Diese Kraft wird durch den Wind geleistet, und zwar wenn Luftmassen in Aufwärtsbewegung sind. Das ist der Fall, wenn Luft gegen Bodenerhebungen strömt, denen sie nach oben ausweichen muß, oder wenn erwärmte Luft hochsteigt, wie es in den sommerlichen Haufenwolken zu sehen ist, und endlich vor Böen- und Gewitterfronten. Die Kunst des Segelfliegers besteht nun darin, die aufsteigenden Luftströme ausfindig zu machen und in ihnen zu bleiben, wobei er sich aber vor den in Gewittern vorhandenen starken und gefährlichen Wirbeln hüten muß.

Zunächst konnte man nur den Aufwind in den Bergen ausnutzen, aber jetzt weiß man, wie man überall an die aufsteigenden Luftströme herankommen kann. Zuerst auf der Wasserkuppe, dann in Rossitten und in Grunau bei Hirschberg sind Segelfluglager und -schulen entstanden, von denen aus der Sport über ganz Deutschland verbreitet wurde. Die ersten Lehrer waren *Martens, Schulz, Stamer, Rochre* und *Hirth*. Die Rhön-Rossitten-Gesellschaft wurde mit einer Forschungs-

Digitized by Google

anstalt gegründet und unter Leitung von Professor *Georgii*, Darmstadt, sowie Ursinus erfolgte ein gewaltiger Auftrieb. Es wurde wissenschaftlich, technisch und sportlich Hervorragendes vollbracht. Grundlegende Leistungen führten aus Volksschullehrer *Schulz*, der Dauerflieger, Polizeiwachtmeister *Kegel*, der 1926, allerdings unfreiwillig, den ersten Gewitterflug gemacht hat, *Nehring*, der erfahrene Hangsegelflieger, *Kronfeld*, Meister des Wolken- und Gewitterfrontenflugs, *Hirth*, der erste Wärmeaufwindflieger (Thermik-) und endlich *Groenhoff*, der bald in allen Sätteln gerecht wurde. Die Wärmeaufwinde, die sich nicht durch Wolkenbildung kenntlich machen, werden erst nutzbar gemacht, seitdem Wolf Hirth über New York gesegelt ist. Die deutschen Spitzenleistungen sind folgende: Entfernung 272 km (Groenhoff, Weltrekord), Höhe 2185 m *Mayer*, Dauer 16 Std. 13 min *Hentschel*.

Die Möglichkeiten des Segelfluges sind nun erschöpft, denn der Flug, der die Kraft aus den Windschwankungen (dynamischer Flug) schöpft, wird kaum Bedeutung erlangen können. Jetzt heißt es, die Spitzenleistungen Allgemeingut der Flieger werden zu lassen. Der Kraftwagen- und Motorflugzeugstart der zunächst gefesselten motorlosen Flugzeuge macht die Ausübung des Sports auch in der Ebene möglich, und es ist deshalb noch weitere Ausbreitung der Segelfliegerei zu erwarten. Schon gibt es dank der Werbearbeit des alten Deutschen Luftfahrt-Verbandes in Deutschland 12 000 Gleit- und Segelflieger, denen 1200 Flugzeuge zur Verfügung stehen. In 8 Flugschulen erfolgt die Ausbildung.

Luftverkehr

Nachdem im Krieg schon ein militärischer Flugdienst in die Ukraine und nach Köln durchgeführt und die Deutsche Luftreederei gegründet war, wurde der öffentliche Flugverkehr zuerst auf der Strecke Berlin–Weimar am 5. Februar 1919 aufgenommen. Eine große Zahl von Gesellschaften wurde ins Leben gerufen, die man aber 1923 in den Aerolloyd und den Junkers Luftverkehr zusammenfaßte. Aus wirtschaftlichen Gründen wurden auch diese beiden Gesellschaften am 1. Januar 1926 zur Deutschen Luft-Hansa vereinigt, deren Vorstand heute *Milch* und *Wronsky* bilden. Dieser liegt der Betrieb der innerdeutschen Fernstrecken und der zwischenstaatlichen Linien ob, während sich die Deutsche Verkehrsflug-A. G. und andere kleinere Gesellschaften auf Kurzstreckenverkehr beschränken. Gering sind bei uns im Verhältnis zu anderen Staaten die Reichsausgaben für die Luftfahrt, sie betragen auf den Kopf der Bevölkerung gerechnet nur 68 Pfennige gegenüber 10 Mark und mehr in anderen Ländern. Dabei fällt unser [illegible] auch die Aufgabe zu, die Entwicklung der Flugtechnik zu

Digitized by Google

Der Ausbau des deutschen Flugnetzes in Europa ist abgeschlossen. Der Verkehr ist auf betriebsgemeinschaftlicher Zusammenarbeit mit den anderen Staaten aufgebaut, deren Gebiete überflogen werden. Die Gründung der „International Air Traffic Association" (Jata) hat dem Ausbau des zwischenstaatlichen Verkehrs sehr genützt. Die Verbindung mit anderen Erdteilen über Land und über die Meere ist noch in der Entwicklung. Die Flüge nach dem Fernen Osten sollen in gemeinsamer Arbeit mit Rußland und China erfolgen. In 5 Tagen und später, wenn Nachtflüge eingeschaltet werden, in 3 Tagen, gelangt man von Berlin nach Ostasien. Zur schnelleren Verbindung mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika beschränkt sich die Luft-Hansa darauf, mit der Seeschiffahrt derart zusammenzuarbeiten, daß sie den Schnelldampfern des Norddeutschen Lloyds Flugzeuge mitgibt, die mit der an Deck befindlichen Schleuder etwa 1200 km vor dem Festland abgeschleudert werden, wodurch in Richtung nach Amerika ein Zeitgewinn von 24 Stunden, in der Richtung nach Europa von 48 Stunden erzielt wird. Eine unmittelbare Flugverbindung auf dem von v. Gronau mehrfach erkundeten nördlichen Weg über Island und Grönland wird untersucht.

Nach Südamerika wird durch die Zusammenarbeit von Luftschiff und Flugzeug ein recht beträchtlicher Zeitgewinn erzielt. Nach einem festen Fahrtenplan führte der „Graf Zeppelin" 1932 neun Fahrten von Friedrichshafen nach Pernambuco oder Rio de Janeiro durch. Den Anschlußdienst in Europa übernimmt die Luft-Hansa, in Südamerika das unter Leitung von *Hammer* stehende Condor Syndikat. Von Berlin nach Rio braucht man jetzt nur noch 5 Tage. In diesem Jahr beginnt auch der durchgehende Flugverkehr. Da Flugzeuge die 5900 km lange Strecke von Sevilla nach Pernambuco nicht ohne Halt zurücklegen können und da auch der Weg über die Kanarischen Inseln nach Natal (die Kapverdischen Inseln kommen als Stützpunkt nicht in Betracht, weil die Portugiesen den Franzosen das Monopol für den Flugverkehr gegeben haben) mit 4400 km noch zu groß ist, geht es über Britisch Gambia. In der Mitte zwischen der afrikanischen und der südamerikanischen Küste wird der vom Norddeutschen Lloyd gecharterte Dampfer „Westfalen" als Stützpunkt kreuzen. Er ist mit einem Landesegel, einem großen Kran zum Anbordheißen der Dornier Flugboote und einer großen Flugzeugschleuder ausgerüstet. Erst wenn Flugzeuge ohne Zwischenlandung auf hoher See durchfliegen können, wird man ihre große Geschwindigkeit voll ausnutzen können.

Einen großen Fortschritt im Flugverkehr wird die Erhöhung der Schnelligkeit bringen, die auf 300 km/h zu steigern für notwendig gehalten wird. Die Luft-Hansa hat bereits 1932 Aufträge zum Bau von Schnellflugzeugen erteilt, von denen kürzlich ein Heinkel, Bauart He 70 a, mit 362 km Höchst- und 326 km/h Dauergeschwindigkeit ab

Digitized by Google

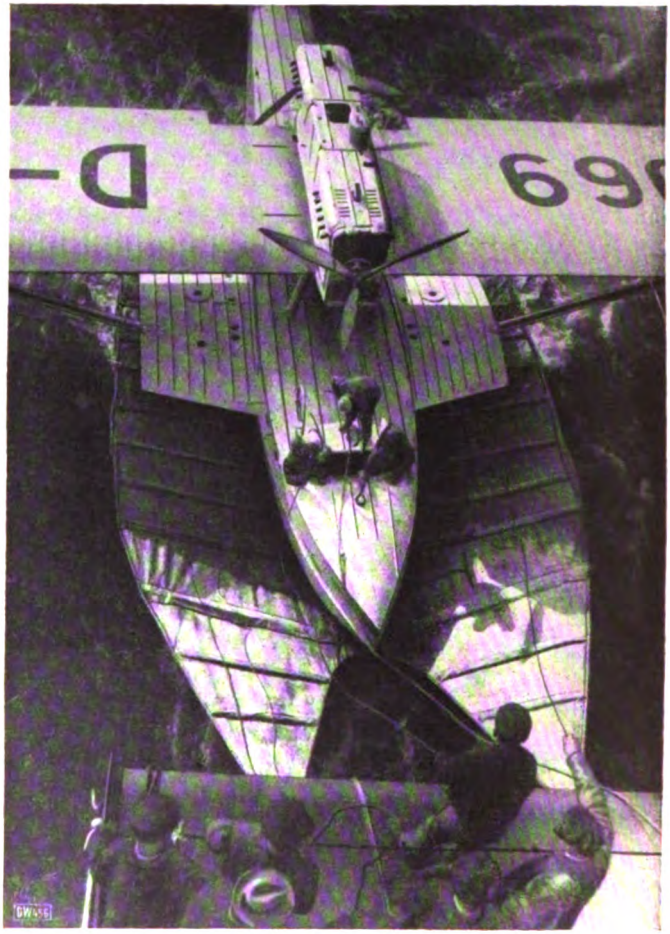


Abb. 6. Landesegel auf dem Dampfer „Westfalen"

geliefert worden ist. Man wird bald von Berlin aus alle Städte Deutschlands in 2 Stunden, die europäischen Hauptstädte in 3 bis 4 Stunden erreichen können.

Die Regelmäßigkeit des Verkehrs ist der Luft-Hansa zu danken durch die Vervollkommnung der Funkpeil- und Blindfluggeräte. Unter Blindflug versteht man den Flug in Wolken und Nebel ohne Sicht der Erde und des Horizonts. 96,7 vH der angesetzten Flüge sind im Jahr durchgeführt worden, in der Zeit von Mai bis Oktober sogar

Digitized by Google

98,7 vH. Die Weiterentwicklung des Funkgeräts zur Durchführung von Abflug und Landung auch bei dickstem Nebel ist in Angriff genommen. Sie ist aussichtsreich, so daß bald keine Flüge mehr auszufallen brauchen. Weitere Aufgaben sind: der Ausbau des Nachtflugdienstes, Vermehrung der Großflugzeuge mit größerem Laderaum und einer größeren Anzahl von Plätzen für Fluggäste, die Entwicklung von verbesserten Motoren, insbesondere des Junkersschen Schweröl-motors und anderer Schweröl-motoren, die Anpassung des Winterflugplans an den Sommerdienst, und endlich der Ausbau des Fleidienstes ins Ausland, d. h. der schnellsten Weiterleitung der Güter auf Strecken, die keinen Luftverkehr aufweisen durch die Eisenbahn auf Grund e i n e s Frachtbriefes. (Flug-Eisenbahndienst = Flei.)

Der Weiterentwicklung des Luftverkehrs von Erdteil zu Erdteil können wir mit der größten Hoffnungsfreudigkeit entgegensehen, da jetzt im Reichsluftfahrtministerium endlich eine Stelle geschaffen ist, die die Einheit der deutschen Luftfahrt durchsetzen wird. Dem Zustand, daß nicht fachkundige Minister dem Leiter der Luftfahrtangelegenheiten übergeordnet waren, und daß die Länder Eigenbrötelei trieben, ist zum Besten der Entwicklung der deutschen Luftfahrt nun ein Ende bereitet worden. An der Spitze der neu geschaffenen Behörde stehen zwei in Krieg und Frieden erprobte Flieger, als Minister *Göring* und als sein Staatssekretär *Milch*, die die Gewähr dafür bieten, daß die Weiterarbeit schnell, sachkundig und mit rücksichtsloser Entschlossenheit vor sich geht. Sie werden durch den Deutschen Luftsportverband unterstützt, der von dem alten Kampfflieger *Loerzer* geleitet wird. Die Stickluft der Bürozimmer mit ihren Papierhaufen wird durch schärfsten Luftschraubenwind hinausgeblasen: Sic itur ad astra!

Digitized by Google

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: von Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

5. Jahrgang (1933)

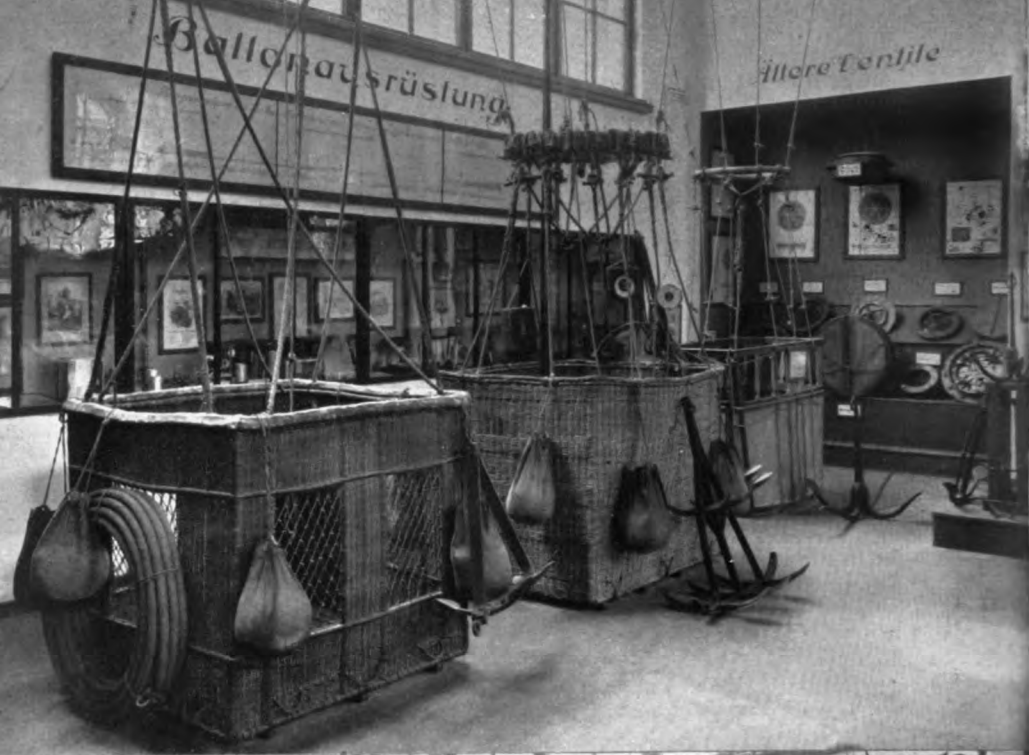
Heft 1: Bolza, Friedrich Koenig, der Erfinder der Druckmaschine.
Heft 2: Maurach, Johann Kunckel (1630 bis 1703)
Heft 3: Hildebrandt, Vom Flugahnen zum Höhenflug.
Heft 4: Blanckertz, Schreibwerkzeug und Schriftform.

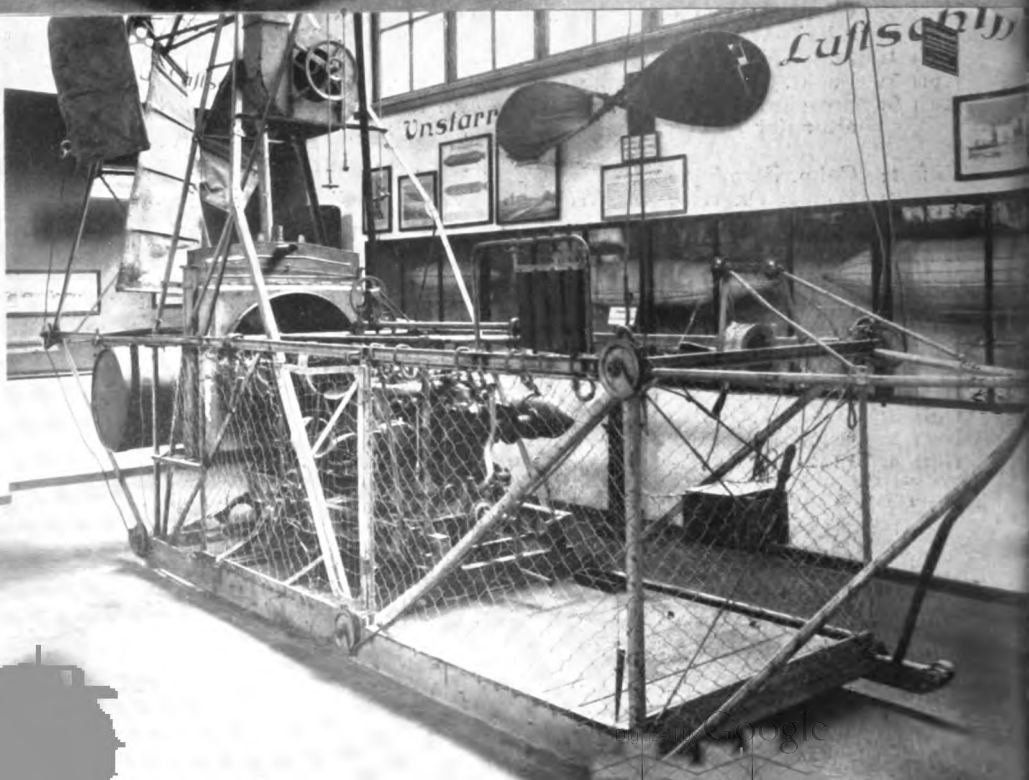
Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4.50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google


Ballonausrüstung
Altere Textile


Luftsch
Unstarr

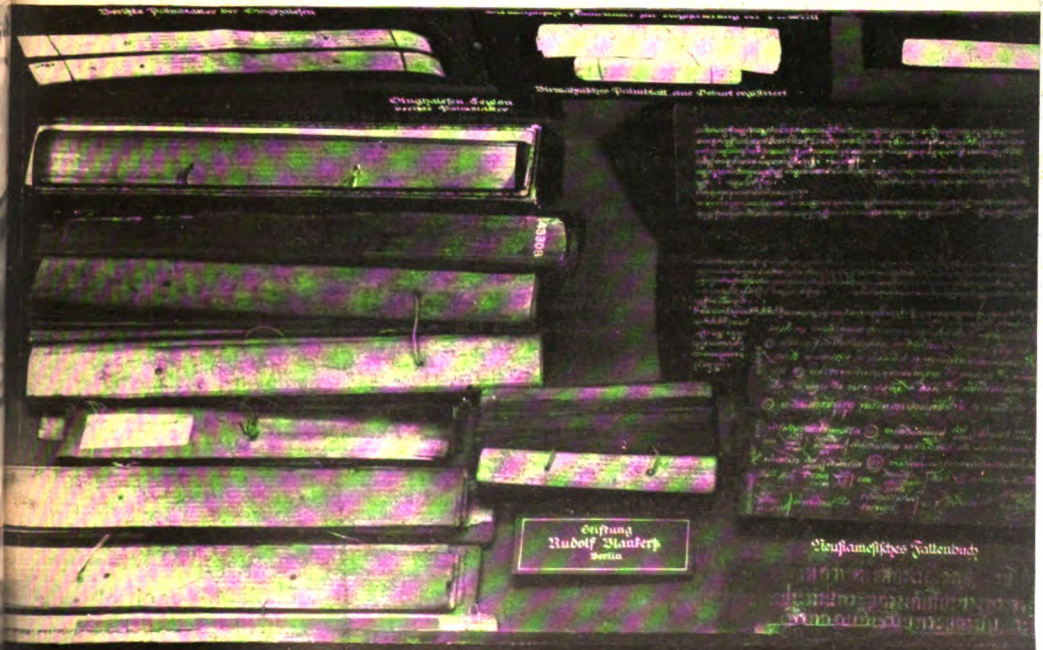
Munich
APR 6 1936

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

Deutsches museum von naturwissenschaft und technik

Schreibwerkzeug und Schriftform

Eine geschichtliche Entwicklung
von Rudolf Blanckertz



VDI-Verlag GmbH · Berlin NW 7

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1.—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50.
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Tagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon 22856

Das Bild auf der ersten Umschlagseite zeigt einen „Blick in den Schautisch mit chinesischen Palmblatt-Handschriften und siamesischen Faltenbüchern" in dem Raum „Die Technik des Schreibens"

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI. Berlin NW 7, Ingenieurhaus

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG HEFT 4

Schreibwerkzeug und Schriftform

Eine geschichtliche Entwicklung

von Rudolf Blanckertz

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Berlin C 2 19

Digitized by Google

Schreibwerkzeug und Schriftform

Eine geschichtliche Entwicklung.

Von Rudolf Blanckertz, Berlin*)

Sumerisch-babylonische Bilderschrift.

Die Sumerer am unteren Lauf des Euphrat bedienten sich frühzeitig schon einer Bilderschrift, die sie in die Keilschrift, Abb. 1, umwandelten. Als Beschreibstoff dienten ihnen Tonklümpchen, in welche die Bilder offenbar mit Feuersteinsplittern oder Feuersteinmessern eingedrückt wurden.

Babylonische Keilzeichen und Zahlen.

Die dreieckigen Zeichen der Keilschrift, Abb. 2, wurden von den Babyloniern und Assyrern übernommen. Namentlich letztere bildeten eine sehr feine und zierliche Keilschrift, Abb. 3, aus. Wenn man zwar den Schreibstift hierfür nicht gefunden hat, so ergaben doch Versuche und Rekonstruktionen, die Dr. Leopold Messerschmidt vom Berliner Babylon-Museum mit mir zusammen machte[1]), daß es sich um einen ganz flachen Rohrspatel, Abb. 4 und 5, gehandelt haben muß, der einen dreieckigen, zuweilen auch quadratischen Querschnitt hatte. Der Schreibspatel hieß Qantuppi[2]).

Die Tontäfelchen wurden meist gebrannt. Die Babylonier waren ja Meister des Ziegelbaues und der Tonbearbeitung. Keilschrifttäfelchen wurden als Berichte, Urkunden über Waren- und Grundstücksverkäufe, Gerichtsentscheidungen, als astronomische und mathematische Abhandlungen zu wahren Archiven und Bibliotheken aufgehäuft. Man fand diese Stücke frei auf dem Fußboden der Gebäude oder in Tonkrügen und in Kästen verpackt, die gleichfalls aus Ton bestanden[2]). Außerdem ist Keilschrift aus dem Euphrat-Tigris-Gebiet auf Stein und auf mannigfach geformten Tonstücken erhalten geblieben. Die deutsche Orientgesellschaft brachte z. B. in ihren Berichten (Heft 5, März 1900) die Abbildung einer Korb-

*) Der Verfasser ist der Begründer des Schriftmuseums, einer Sammlung von Schreibwerkzeugen und Handschriften verschiedener Völker aller und neuester Zeit, und der Inhaber der 1856 gegründeten Stahlfederfabrik Heintze & Blanckertz in Berlin.

[1]) Messerschmidt, Leopold: Die Technik des Tontafelschreibers. Berlin 1907, W. Peiser.

[2]) Meißner, Bruno: Babylon und Assyrien. Bd. 1 und 2. Heidelberg 1920—1925, C. Winter.

Digitized by Google

trägerin aus Stein gemeißelt, deren Gewand mit Keilschrift in sumerischer Sprache bedeckt ist. Ferner wurden kegelförmige und zylindrische Keilschriftdokumente in Fundamenten und Mauern aufgefunden, wo sie als Bauurkunden niedergelegt waren. Als Urkunde für die Zeit der Erbauung dienten außerdem die Mauersteine selbst durch Keilinschriften und Stempel der zu jener Zeit herrschenden Könige. Sowohl die Stempel auf den Mauersteinen wie die auf den übrigen Keilschriftstücken sehr häufig angewendeten Siegel wurden mit Hilfe von zylindrischen Walzen aus edlen Steinen, in die Inschriften und Bilder eingraviert waren, in die Tonmasse eingewalzt. Mit diesen Walzenstempeln konnte man wesentlich schneller Abdrücke geben als mit Flachstempeln[3]).

Südlich von Angora, am Hügelgebiet Kültepe, fand man vor wenigen Jahrzehnten viele gut erhaltene gebrannte Tontäfelchen mit Keilschrift bedeckt. Es sind fast alles Abrechnungen und Verträge kaufmännischen Inhalts; sie dienen uns heute als Beweis für den lebhaften Wirtschaftsverkehr der Babylonier mit Kleinasien. Kültepe war eine Handelsniederlassung, über die der Verkehr nach Persien ging. Meine Sammlung weist einige schöne Tontäfelchen dieses Gebietes auf. Professor Dr. Julius Levy hat diese Fundstücke in seinem Buch „Kültepetexte"[4]) eingehend besprochen.

Bilderschrift der Ägypter, Hieroglyphen.

Das große Kulturgebiet am Nil gewährt der Erforschung der Schriftentwickelung und des Werdeganges der Schreibwerkzeuge wichtige Einblicke; s. a. Abb. 7. In recht früher Zeit hat Ägypten schon wohl ausgeführte Bilderschrift auf einen Stoff geschrieben oder gemalt, den wir unserem Papier an die Seite stellen können. Es ist der Papyrus. Stücke von 30 cm Breite und 1 bis 6 m Länge sind keine Seltenheit, während die meisten kleiner sind.

Die ägyptische trockene Luft gestattete die Erhaltung von Rohmaterialien, die man als vergängliche bezeichnen muß. Vor mehr als 4500 Jahren wurde schon auf Papyrus mit Farbe geschrieben; einige solche Schriftstücke sind bis heute erhalten geblieben.

Der Ursprung der ältesten ägyptischen Schrift ist nicht bekannt; man weiß nur, daß bereits 3000 Jahre v. Chr. die ägyptischen Hieroglyphen in Gebrauch waren[5]); was davon erhalten ist, findet sich auf

[illegible] Einblick in die Kulturentwicklung Babylons gibt Prof. Bruno Meißner [illegible] Babylon und Assyrien, vergl. 4).

[illegible] Julius: Kültepe Texte. Berlin, Heintze & Blanckertz.

[illegible] entzifferte zuerst die Hieroglyphen. Précis du système hiero- [illegible] Paris 1824.

Digitized by Google

Denkmälern und Steinen eingemeißelt und mit Farbe ausgeschmückt. Anstatt der Meißelung oder neben dieser wurden auch vollkommen mit Farbe hergestellte Bilderschriften ausgeführt. Letztere wendete man in feineren Linien und mit Kürzungen auf dem Papyrus an, Abb. 6. Bald entstand hieraus die hieratische und durch weitere Kürzung die demotische Schrift. Alle diese drei Arten, Abb. 7, wurden nebeneinander gebraucht. Um 1500 v. Chr. macht sich eine gründliche Änderung der hieratischen Schrift bemerkbar, man ging auf die ursprüngliche Hieroglyphenform zurück und verbesserte das Hieratisch. Die Papyrusschriftstücke mit Hieroglyphen dienten den Priestern, während die anderen Schriften dem allgemeinen Verkehr nutzbar gemacht wurden. Aber alle diese Schriftarten genügten dem stetig zunehmenden schriftlichen Verkehr nicht. Die Kaufleute wandten daher seit jener Zeit eine Art Kurzschrift an und überließen die bisherige Schrift den Gelehrten. Leider ist es bisher noch nicht gelungen, diese Kurzschrift zu entziffern. Die Kenntnis derselben scheint auch der späteren ägyptischen Zeit selbst verlorengegangen zu sein.

Eine besser lesbare demotische Schrift, die jedoch dem Übersetzer auch außerordentliche Schwierigkeiten bietet, ist auf ägyptischen Papyrusstücken aus den Jahren von 660 bis 525 v. Chr. vorhanden. Erst 332 v. Chr. kommt ein Demotisch auf, dessen Kenntnis uns besonders durch griechische Übersetzungen jener Zeit vermittelt wird. Sowohl die demotische Schrift als auch die genannten griechischen Übersetzungen weisen feinere Züge als die hieratische Schrift auf. Als Schreibinstrument dienten Halme von Staudenpflanzen; s. a. Abb. 44a. In vorhergehender Zeit waren diese zwar auch schon im Gebrauch; aber wie man aus den groben, dicken Zügen mancher Papyrusschriften schließen kann, muß die Anwendung eines größeren Werkzeuges vorgeherrscht haben. Vermutlich war es ein Rohrstäbchen, ähnlich Abb. 44b, c, oder vielleicht eine pinselartig zerfaserte oder angekaute Binse, wie sie einige mohammedanische Völker heute noch in zylindrischer Form anwenden.

Griechische Gleichzüge.

Griechische Kursive, Gleichzüge.

Die Alexanderherrschaft brachte die griechische Schrift in die Nilländer. Obgleich die Römer durch die Schlacht bei Actium zu Beherrschern Ägyptens wurden, ließen sie doch die griechische Schriftform in diesen unterworfenen Gebieten bestehen. Aus dieser Zeit stammen unzählige griechisch beschriebene Topfscherben und gut erhaltene Papyrusschriften, Abb. 12.

Digitized by Google

Ende des 3. Jahrhunderts n. Chr. drang der christliche Glaube stark in Ägypten ein; die Teile des Volkes, welche die griechisch geschriebenen religiösen Bücher nicht lesen konnten, sollten zum Christentum bekehrt werden. Darum schuf man aus der demotischen und griechischen Schrift eine neue Form, das Koptische. Die eigentliche Schrift der ägyptischen Christen ist von nun an die koptische, sie findet sich auf Papyrus, Abb. 14, sowie auf Pergament.

Die Vielseitigkeit der Schreiberei sollte aber noch vermehrt werden. Mittlerweile waren die Araber die Herren Ägyptens geworden, so daß seit 640 n. Chr. arabische Schriftstücke, s. a. Abb. 26 und 27, in Aufnahme kamen. Die heutigen Museen und Bibliotheken besitzen einige davon, auch meine Sammlung weist solche arabischen Papyrushandschriften auf. Ende des 9. Jahrhunderts führen sich die indisch-arabischen Ziffern ein. Bis ins 10. Jahrhundert herrscht als Beschreibstoff der Papyrus, dann beginnt die Einfuhr von Papier aus Samarkand nach Ägypten. Die arabischen Zeichen sind im Anfang mit dem Rohrstockpinsel, Abb. 44b und c, geschrieben; später kommt, wie man aus den regelmäßigen Zügen, welche Haar- und Grundstriche aufweisen, sehen kann, die flachschnablige Rohrfeder, Abb. 46b und c, auf. Steinerne Bilder und Reliefs zeigen uns Schreiber und Schreibstätten. Wir können aus den alten Darstellungen Schlüsse ziehen über Form und Art der Schreibbinsen, der pinselartigen Geräte und Rohrfedern. Ergänzt wird diese schreibtechnische Kenntnis durch Fundstücke von ganzen Schreibausstattungen.

Professor Kurt Sethe führt in seinen Veröffentlichungen[6]) aus, daß die Phönizier (Kanaaniter), Südsemiten und Griechen zweifellos schon frühzeitig Buchstabenschrift in ihrem Handelsverkehr verwendeten, und zwar auf leicht bewegbaren Stoffen, wie Leder, Papier und Brettchen. Es handelt sich um Farbschriften. Die Steininschriften, Abb. 8 und 9, sind mehr oder minder getreue Kopien dieser alten Buchstabenschriften. Abb. 12 zeigt Gleichzüge, d. h. Spuren eines zylindrischen Faserstiftes, wie ihn später indische Stämme für ihre Kharoşthi, Abb. 28, und noch später die Perser verwendeten. Im 7. oder 8. vorchristlichen Jahrhundert kommt aber dann eine Buchstabenschrift in Wechselzügen auf. Das ist die aramäische Schrift, Abb. 10. Diese muß mit einem flachen Spatel Abb. 46a geschrieben worden sein. Ich vermute, daß der babylonisch-assyrische Keilschriftspatel, Abb. 4 u. 5, aus Bambus oder Rohr (arundo donax) hierfür benutzt wurde. In Ägypten wurden gut erhaltene Papyrushandschriften in dieser klaren aramäischen Schrift gefunden. Aus dieser Buchstabenschrift haben die semitischen Schreiberschulen etwa 500 Jahre v. Chr.

6) Kurt Sethe: Der Ursprung des Alphabets. Die neu entdeckte Sinaischrift. Mitt. d. Göttinger [illegible] 1917. Neu abgedruckt: Berlin 1926, Weidmannsche Buchhandlung.

Digitized by Google

das Quadratbebräisch, Abb. 11, entwickelt, das die Schriftform der heiligen bebräischen Bücher heutigentags noch ist[7]). Die Griechen blieben bei dem von den Phöniziern übernommenen Gleichzug, sie entwickelten in ihren Schreiberschulen die künstlerische Form einer Bücher- und Aktenschrift, Abb. 12; daneben brachte der Handelsverkehr eine zwar flüchtige, aber klare und einfache Briefschrift, Abb. 13, hervor. Professor Wilhelm Schubart zeigt den hohen Stand der frühen und späteren griechischen Schreibtechnik[8]). Diese wurde ein wichtiger Bestandteil griechischer Bildung. Griechische Sprache und griechische Schrift wurden auch das Ideal der Römer. Die römische Schrift konnte aber die künstlerische Form der griechischen Schrift nicht erreichen. Fast alle römischen Handschriften sind mit dem römischen Reich verschwunden. Verkohlte Überreste einiger Papyrusrollen, Bruchstücke von Wachstafeln, verwischte und zerfallene Maueranschriften, das ist alles, was übriggeblieben ist. Es scheint aber, daß der Gleichzug der griechischen Handschrift von den Römern übernommen wurde. So wird auch der feine zylindrische Rohrfaserstock (juncus maritimus), Abb. 44a, auf römischem Boden verwendet worden sein. Schreibtafeln aus Holz, mit einer Wachsschicht bedeckt, Abb. 15, waren bei den Griechen im ausgedehntesten Gebrauch; sie wurden mit besonderen Griffeln aus Knochen oder Bronze, Abb. 49b bis f, beritzt.

Griechische Wachstafelschrift

Der ägyptische Boden bewahrte zahlreiche Wachstafeln und Schreibgriffel auf. Die öffentlichen Museen zeigen sie zahlreich in wechselvollen und offenbar sehr zweckmäßigen Formen. Ich selbst habe in Rom und Neapel einige Griffel erworben. Das obere Ende oder der Kopf der Griffel, Abb. 49b bis f, hat eine Abplattung oder einen walzenartigen Quergriff. Diese Einrichtung diente zum Glätten der Wachsschicht, um die Schriftzüge zu entfernen und die Tafel neu beschreiben zu können.

Im byzantinischen Griechentum nahm die Schreibkunst und Schreibtechnik eine besonders hohe Stellung ein. Neben dem Papyrus war ja längst schon das feingeglättete Lammfell, unter dem Namen Pergament, in Aufnahme gekommen. Auf letzterem bildete sich der Wechselzug, Abb. 16, in der Schrift aus. Ein flaches oder flachgeschnäbeltes Schreibgerät, Abb. 46a, gibt im rechtsschrägen Aufstrich schmale, im Abstrich breitere Züge. Diese Erscheinung zeigte schon die aramäische und die quadratische Schrift der Juden. Die griechischen Pergamente weisen die

[7]) Seit Mitte des 16. Jahrhunderts kommt die flach geschnabelte Entenfeder für Quadratbebräisch auf, vergl. a. Abb. 519

[8]) Schubart, Wilhelm: Griechische Paläographie. München 1925, C. Beck.

Digitized by Google

gleiche Erscheinung auf. Vom 11. nachchristlichen Jahrhundert an wurden wohl flache Federn aus orientalischem Zuckerrohr, Abb. 46b und c, hierfür verwendet. Die Flachfeder ging an die Humanisten über. Hans Holbein gibt sie in seinem Gemälde des Erasmus von Rotterdam, Abb. 58, in Form und Farbe naturgetreu wieder. Auch das gewöhnliche Schilfrohr (phragmites communis) wurde zu Schreibfedern zurechtgeschnitten. Die gotische Schriftform dürfte dem starkschäftigen Rohr, Abb. 46f, ihre eigenartige, scharfkantige Art verdanken. In Bilderhandschriften des Mittelalters sind häufig Schreiber mit ihrem Gerät in der Hand zu finden. Aber es ist nicht mit Sicherheit auszumachen, ob es sich um eine Rohrfeder oder Pose oder gar um eine Art von Zeichenstift handelt. Letzteren gab es schon in Rom, und zwar aus abfärbendem Tonstein sowie aus Holzkohle. Solche Stifte wurden in Metallkluppen, Abb. 49g, gesteckt. Auch Zirkel aus Bronze und sehr zweckmäßige Ziehfedern waren in Rom vorhanden. Das Museum zu Mainz weist hiervon ebenso schöne Stücke auf wie die italienischen Museen. Auch das Deutsche Museum in München ist im Besitz römischer und griechischer Schreibgeräte.

Die weitere Entwicklung der Schrift auf europäischem Boden sei hier nachstehend nur in kurzen Bildern vorgeführt, Abb. 17 bis 25. Im übrigen verweise ich auf die Werke von Stübe[9]), Crous, Kirchner[10]), Anna Simons[11]), Delitsch[12]) [13]), Leberecht[14]) [15]), Urban Wyß[16])

Die Vogelpose, Abb. 54, diente viele Jahrhunderte hindurch im Abendland als Schreibfeder, besonders bei Kaufleuten der Hansezeit. Hans Holbeins und Quentin Massys Gemälde geben hierüber sowie über die gesamte Schreibausstattung der Kaufherren des Nordens und Südens deutlichen Aufschluß. Die Schreibmeister bevorzugten seit dem 16. Jahrhundert den Federkiel vor allen anderen Schreibgeräten. Selbst der lange Zeit hindurch beliebte Silberstift wurde nicht mehr zum Schreiben, sondern nur zum Zeichnen benützt. Jan van Eyck schuf seine herrlichen Zeichnungen auf gekreidetem Papier damit. Die Schreibmeister zeigten die Pose in ihren Lehrbüchern durch sprechende Abbildungen.

9) Stübe, Prof. Dr. R.: Ursprung des Alphabetes. Berlin 1921, Heintze & Blanckertz.

10) Crous, Dr. Ernst und Kirchner, Joachim: Die gotischen Schriftarten. Leipzig 1928, Klinkhardt & Biermann.

11) Simons, Prof. Anna: Geschichte der Schrift. Berlin 1928, Heintze & Blanckertz.

12) Delitsch, Prof. Hermann: Geschichte der abendländischen Schreibschriftformen. Leipzig 1928, [illegible]

13) Delitsch, Prof. Hermann: [illegible] mit Buchstaben. Berlin 1931, Heintze & Blanckertz.

14) [illegible]: Hundert Jahre deutscher Handschrift. Berlin 1914, Heintze & Blanckertz.

15) [illegible] Schreibmeister. Berlin 1925, Heintze & Blanckertz.

16) [illegible] elegans et utilis, multa et varia scribendarum literarum [illegible] 1549. Neu herausgegeben v. Hermann Kienzle. Basel 1927, [illegible]

Digitized by Google

Wir sehen spitze, stumpfe, rechtsgeschrägte, links abgekuppte, auf kunstvolle Weise zur Doppelschriftfeder und Vielstrichfeder gestaltete Posen aus den Schwingen von Gänsen, Schwänen, Raben und Adlern; s. a. Abb. 54. Schon Johann Neudörffer d. Ä. zu Nürnberg (1497 bis 1563) gibt in seinen Lehrbüchern genaue Anweisungen für das Zuschneiden und den Gebrauch der Kielschreibfedern; er erwähnt Federn aus Kupfer, Eisen und Messing. In dem Werk Johann Neudörffers d. Ä. aus dem Jahre 1544 findet sich die Bemerkung:

„Die Ding aber darauß man federn macht, un damit man schreibt, sind Eysere und Kupfere Ror, auch Kupfere und Messine blechlein." Hieraus ist zu schließen, daß zu Lebzeiten des Neudörffer Schreibfedern aus Metall, besonders aus Eisen, hergestellt wurden. Ich verdanke den Einblick dem freundlichen Entgegenkommen des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg. Zur Zeit des Friedens zu Aachen 1748 stellte Johannes Janssen, ein Aachener Ratsschreiber, eiserne Schreibfedern her. Federn aus Bronze sollen angeblich schon in römischen Niederlassungen des Rheingebietes benützt worden sein[17]). Die Patriarchen Jerusalems schrieben gelegentlich mit silbernen Federn auf Pergament. In Childeberichs Grab in Ravenna wollte man eine goldene Schreibfeder gefunden haben. Es ist aber ein Stift zum Eindrücken von Buchstaben in eine Wachsschicht. Die Vogelposen wurden mit besonders gestalteten Messern zugeschnitten und durch eigenartige Geräte geformt und geweitet. Um die Wende des 18. zum 19. Jahrhunderts gab es in Augsburg zierliche Spindelpressen mit vortrefflicher Schneideeinrichtung und Spaltemesser für den Federschlitz. Zur Zeit des ersten Königs von Bayern wurde einem Mechaniker Johann Caspar Schnetter ein Privileg erteilt für die Verbesserung einer solchen Spindelpresse. Alois Senefelder schnitt Uhrfedern zu Schreibfedern, die er durch Ausglühen und darauffolgendes schnelles Abkühlen härtete. So war der Erfinder des Steindrucks auch der erste Hersteller gehärteter Stahlschreibfedern[18]). Die vorher gekennzeichneten kleinen Spindelpressen mit ihren Schneide- und Spalteinrichtungen wurden offenbar in Berlin zur Herstellung stählerner gehärteter Schreibfedern benützt. Der Feinmechaniker Manteufel in der Kronenstraße 6 zu Berlin hatte 1828 Lieferungen in gehärteten Stahlschreibfedern für die Herren Henckels in Berlin und Solingen[19]). Jede dieser Schreibfedern trug den Stempel J. A. Henckels. Also auch das Firmenprägen war um diese Zeit in Deutschland bereits in Gebrauch. So sehen wir, daß das Schneiden,

[17]) Milkau, Fritz: Handbuch der Bibliothekswissenschaft. Leipzig 1931. 1. Bd. Schrift und Buch. Otto Harrassowitz. 2. Aufl.: Die Schrift und ihre Entwicklung von Alois Bömer.

[18]) Geitel, Prof. Max: Siegeslauf der Technik. Stuttgart, Berlin und Leipzig 1908—1909. Union. Bd. 3: Die Schreibtechnik.

[19]) Mitt. d. Vereins f. d. Geschichte Berlins. Herausgeg. v. Hans Martin Berlin. Jahrg. 41 (1924), H. 10 bis 12.

Digitized by Google

Firmenprägen, Ausglühen, Formen und Härten der Stahlschreibfedern in Deutschland erdacht und geübt wurde, bevor in anderen Ländern diese Verfahren aufkamen[20]). S. Blanckertz und A. Wedding in Berlin stellten für die deutsche Stahlfederfabrikation Maschinen und Einrichtungen her. S. Blanckertz ließ sich mit Rudolph Heintze zusammen im Jahre 1849 in Berlin nieder. Die Polytechnische Gesellschaft, die Vossische Zeitung und andere Blätter beschrieben im Jahre 1856 die in Berlin, Fliederstraße 4, in vollem Umfange in Betrieb befindliche Stahlfederfabrik von Heintze & Blanckertz. Die Abbildungen 54 bis 56 geben Aufschluß über die verschiedenen Formen der Vogelposen und Stahlfedern. Das Federnschneiden schilderte ich in „Die zeitgemäße Schrift" (Heft 4, April 1928).

Arabische Gleichzüge.

Nächst der lateinischen Schrift ist die arabische in der Gegenwart die verbreitetste aller Schriftarten. Es hat eine Zeit gegeben, in der die arabische Schrift in Europa wohlbekannt und hochgeschätzt war; dies war die Zeit der arabischen Herrschaft in Spanien, die Zeit der Blüte der mohammedanischen Hochschulen. Werke auf allen Gebieten der Wissenschaft wurden in arabischer Schrift und Sprache geschrieben, Abb. 26 und 27; wer sie lesen wollte, mußte arabisch lernen. In Asien war Bagdad der Hort der arabischen Weisheit, in Spanien Cordova. Zahlreiche Werke über Medizin, Mathematik, Himmelskunde sind in dieser Zeit in arabischer Sprache und Schrift erschienen. Jedoch im 15. Jahrhundert erlischt die arabische Wissenschaft. Ihre Werke wurden aber vom 16. Jahrhundert an durch gedruckte Bücher und vielfach in handschriftlicher persisch-arabischer Schönschrift, Abb. 31, verbreitet. Der Hauptträger der arabischen Schriftsprache war die Koranliteratur. Der Koran selbst wurde von den Nachfolgern Mohammeds durch Asien, Afrika und durch Teile Europas verbreitet. Der Koran wurde von jeher bis auf den heutigen Tag nur in arabischer Schriftsprache geschrieben. Ein sehr großer Teil der mohammedanischen Welt (es gibt ungefähr 194 Millionen Mohammedaner gegen 494 Millionen Christen) hat sich die arabische Schrift zu eigen gemacht und durch ganz Kleinasien, die Türkei, Persien, Afghanistan, Vorderindien, die Sundainseln und Ägypten verbreitet. Auch in Nordafrika, Marokko und in den Sudanländern bis hinab in das Hinterland von Togo und in Kamerun kann man die Benutzung der arabischen Schrift verfolgen, allerdings hat in nordafrikanischen Gebieten die Schrift einen etwas anderen Duktus an-

[illegible] Dr. W. [illegible] Geschichtsschreibung. Berlin 1928.

Digitized by Google

genommen als bei den übrigen Mohammedanern. In Ostafrika findet sich dann wieder im Suaheli die allgemeine arabische Form der Schrift vor. Selbst in China treffen wir ganze Provinzen arabischer Schrift. Die Russen bemühen sich neuerdings, die arabische Schriftsprache aus ihren asiatischen Bezirken zu vertreiben, und die neue Türkei verdrängt ebenfalls das Arabische als Schriftsprache. In den übrigen obengenannten Gebieten werden arabische Schriftarten, Abb. 31, heute noch in besonderen Schönschreibeschulen gelehrt. Wenn nun zwar nicht mehr wie in früheren Zeiten wahre Kunstwerke an Schrift und Miniaturen entstehen, so ist diese Kunstschrift doch recht bemerkenswert.

Der Rohrstift, Abb. 44b und c, wird heute noch wie vor Jahrtausenden in Ägypten, Persien und Turkestan aus Pflanzenhalmen geschnitten, die man am Ende durch Zerkauen ausfasert und dadurch pinselartig macht. Die Schriftzüge des Rohrpinsels, Abb. 26 und 27, sind mehr oder weniger dick und klobig, und sie weisen kaum einen Unterschied zwischen Auf- und Abstrichen auf. Daneben kam, von Persien ausgehend, der flachgeschnittene Spatel aus Zuckerrohr auf, Abb. 46c. Solcher Flachspatel ergibt Wechselschreibzüge, schräg aufwärts schmal, abwärts breit, Abb. 29. Das Zuschneiden der Rohrfedern und die Vorbereitung zu den Schönschreibübungen wurde früher mit geheimnisvollen Sprüchen begleitet. Gar so geheimnisvoll wird es heute nicht mehr betrieben; denn man kann im Orient auf offener Straße zusehen, wie der Schriftkundige sich seinen Kalam schnitzt. Meist bedient er sich dabei einer Unterlegeform aus Elfenbein oder Horn und eines besonderen Messers. Wir finden in mohammedanischen Ländern die Schrift häufig als Verzierung an Gebäuden; hierfür werden die Entwürfe von besonderen Künstlern gemacht.

Eine eigenartige frühe Abart der arabischen Schrift ist das hochbeinige spake Maghribinisch, welches außerhalb Ägyptens fast ganz Nord- und Nordwestafrika beherrscht. Von Marokko bis hinab in den Westsudan und hinüber an die Goldküste können wir diese Schriftart verfolgen. Der Glaube an Mohammed und nicht zum wenigsten die Handelsinteressen der hier überall auftretenden schwarzbraunen Händler vom Stamme der Haussa sind die Träger und Verbreiter der genannten Schrift. In diesen afrikanischen Gebieten sind ganz wie bei den vorchristlichen Kulturvölkern einige Priester und wandernde Händler die Schriftkundigen und die Überbringer fremder Sitten. Die Händler führen mit den Sitten die Waren der Völker ein, von denen sie selbst Sitten, Sprache und Schrift entlehnt haben. Selten sind solche Händler Angehörige derjenigen Rasse, von der sie selbst Sitten, Sprache und Schrift entlehnt haben. Beziehungen zwischen Völkern sind, wenn sie dauernd waren, stets auf recht materiellem Boden gegründet gewesen. Uneigennützige Freundschaft pflegt nicht so lebenskräftig zu sein wie der auf realem Boden wachsende Handel zwischen den Nationen.

Digitized by Google

Doch nun zur Schreibfeder der Afrikaner. In Marokko und den vorher gekennzeichneten maghribinischen Gebieten schreibt man mit einem flachen an der unteren Seite eingekehlten Spatel aus Rohr, Abb. 44d. Die Kehlung dient zum sicheren Festhalten der Tinte. Die feingeschnittene Spitze dieses Spatels ist, wie sich dies für eine Schreibfeder ziemt, gespalten. Der uns roh und ungeschickt erscheinende Spatel gibt wirklich eine recht brauchbare Schreibfeder ab. Allerdings entbehren die mit dem Schreibspatel erzielten Schriftzüge der Abwechslung zwischen dicken und dünnen Strichen. Dafür wendet man in jenen Gebieten recht ausgiebig mehrere Farben in einem Schriftstück an, namentlich sind abwechselnd rote und blaue Schriftzeichen beliebt. Die Schreibspatel werden ihrerseits auch häufig farbig ausgeschmückt, meist unter Anwendung von Kerbschnitt. Die Haussa schreiben vielfach mit zugespitzten Stengeln aus Stroh der Negerhirse. Das weiche Mark dieses Strohes saugt reichlich Farbe auf und gibt sie beim Schreiben bequem wieder ab.

बिकंमिस्रो Indische Brahmi = Gleichzüge.

रवछ Indische Brahmi = Wechselzüge.

Die nachweislich älteste Schrift Indiens ist die der Brahmanen. Sie wurde einige Jahrhunderte v. Chr. eingeführt. Im 2. Jahrhundert v. Chr. soll in Indien mit Farbe, und zwar auf Bleche aus Gold oder Kupfer sowie auf geglättete Palmblätter geschrieben worden sein, Abb. 33. Man hatte um diese Zeit schon für jeden Laut ein besonderes Schriftzeichen. Diese Buchstabenschrift nennt man Brahmi Abb. 32. Die Sanskritsprache bediente sich der Brahmizeichen. Um 970 n. Chr. sind zahlreiche Kupferplatten mit Tinte beschrieben worden. Abb. 34 gibt Zeichen einer der vollkommensten heutigen Schriftsprachen, des Guzerati, wieder und Abb. 33 alte Brahmizeichen[21]). Die Schreibfeder besteht aus einem flachen Rohrstab oder in jüngerer Zeit aus feinem Bambus, Abb. 47.

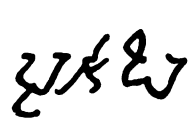
Ritzschrift auf Palmblättern.

In Südindien und in Ceylon bei den Buddhisten war bis vor 100 Jahren ganz allgemein und ausschließlich Ritzschrift auf Palmblattstreifen in Gebrauch, Abb. 35. Die Tamilen und Singhalesen bedienen sich heute noch derselben. Die Abb. 36 zeigt ein buddhistisches Buch, welches aus Palmblättern besteht, die durchlocht und auf eine Schnur gereiht und

[21]) [illegible] Straßburg 1896, K. J. Trübner.

Digitized by Google

sodann mit zwei Deckeln versehen sind. Die Schriftzeichen wurden und werden heute noch mit einem aus Stahl geschmiedeten, spitzigen Griffel in die Palmblätter eingeritzt, Abb. 50. Die bis hierher angeführten indischen Schriftarten sind rechtsläufige Schriften, d. h. man schreibt sie von links nach rechts, genau so wie wir deutsch schreiben. Eine andere Gruppe wird gebildet durch diejenigen Schriftarten, die von rechts nach



Kharoṣṭhi — Gleichzüge.

links geschrieben werden. Die erste derselben war die Kharoṣṭhi, Abb. 28, die von der im alten Perserreich verbreiteten aramäischen Schrift herstammt. Von dort kam diese Schrift in etwas veränderter Form der Buchstaben um etwa 500 v. Chr. nach Gandhara, dem jetzigen östlichen Afghanistan und dem nördlichen Panjab. Herrschend war die Kharoṣṭhi in diesen Gebieten von 331 v. Chr. bis etwa 300 n. Chr.[22]). Vermutlich ist diese Schrift dann gänzlich erloschen und durch die Brahmi ersetzt worden. Die Kharoṣṭhi-Schreibfeder, eine Art Ziehfeder aus Knochen, und ein Täfelchen aus Turfan zeigen die Abb. 45 und 28. Aus dem 11. Jahrhundert aber finden wir wiederum eine vom Semitischen stammende Schriftart vor, die wie die Kharoṣṭhi linksläufig ist und die wie ihre alte Vorgängerin von Persien eingeführt wurde. Es handelt sich hier um einen Zweig der Schrift, welche die Mohammedaner nach Afghanistan und dem ganzen nördlichen Indien mitbrachten. In der Gegend von Delhi und in dieser Stadt selbst heißt diese Schriftsprache, Abb. 30, Urdu. In Zentral- und Südindien setzt sich der Lehrer mitsamt seinen Schülern auf den Erdboden unter freiem Himmel hin; jeder mit einem kurzen Stäbchen ausgerüstet, schreiben sie nach Diktat die indischen Buchstaben in den Sand. Auch dienen dieser primitiven Schreiberei einfache Bretter. Erwähnenswert als Beschreibstoff Indiens ist noch die Bhurjarinde, der Bast einer Birkenart des Himalaja. Schon frühzeitig wurde mit Farbe auf diesen Bast geschrieben. Heute noch werden solche Bhurjaschriftstücke als Amulette getragen. Die Schrift der Tibeter stammt vom indischen Brahmi. Eine primitive flachpinselartige Schreibfeder, Abb. 46c, hat aber im Lande des Lamaismus den scharfkantigen Zug des Altindischen verwischt. Im wesentlichen sind als Beschreibstoffe Indiens zu nennen: Brettchen, Kupferplatten, Goldbleche, Palmblätter, Birkenrinde und in den Ländern Hinterindiens auch Baumwollzeug. Das zum Schreiben verwendete Instrument heißt Lekhani. Die Rohrfeder wird Ṣika, d. h. Schilfrohr, genannt. Der Ritzgriffel, Abb. 50d, heißt Salaka oder Salai.

[22]) In Turfan wurden Kharoṣṭhischriften aus dieser Zeit ausgegraben.

Digitized by Google

Siamesisch, Kursiv-Schrift.

Schwarzes Papier mit weißer Schrift kennzeichnet die Bücher der Buddhisten Hinterindiens, Abb. 38. Seit wann diese gewissermaßen verkehrte Buchkunst in Anwendung ist, das wissen wir bisher nicht. Es scheint, daß die Khmer, ein aus Zentralindien ausgewandertes brahmanisches Kulturvolk, welches nach Kambodscha kam, dort Tempel und andere fabelhafte Steinbauten errichtete, ihre aus Vorderindien mitgebrachte Ritzschrift in die Farbschrift auf schwarzem Papier umgesetzt haben. Diese Khmer traten zum Buddhismus über; im Besitz ihrer Buddhapriester fanden sich zahlreiche wohlerhaltene Schriftwerke vor, von denen bis in die neueste Zeit hinein vielfache Abschriften und Kommentare in der Kambodschasprache gemacht wurden. So erfahren wir, daß die Khmer ihre Kulturerrungenschaft und mit dieser ihre Schrift sowohl auf Siam, den westlichen Nachbar, als auf diejenigen Gebiete an ihren Ostgrenzen übertragen haben, die an den völlig anders gearteten chinesischen Kulturkreis heranreichten. Siam machte sich die brahmanische Kambodschaschrift völlig zu eigen. Die Kambodscha-Siam-Schrift hat Lautzeichen und läuft von links nach rechts. Als Beschreibstoff dient schwarzes Baumwollpapier, welches mit Holzkohlenstaub gefärbt und in Bogen von 1 bis 4 m Länge für amtliche und besonders religiöse Zwecke in Anwendung kommt. Dieses Papier wird wie der Balgen einer Ziehharmonika gefaltet, s. a. Abb. 38, nach dem Beschreiben fest zusammengelegt, um sodann mit einer kreuzweise umgelegten Schnur geschlossen zu werden. An der Stelle, wo die Schnur zum Knoten geschürzt wird, legt der Schreiber oder ein besonderer Beamter einen nassen Tonklumpen auf, in welchen er seine Fingerspitzen als Siegel eindrückt. Dieses schwarze Papier wird mit weißer oder gelber, zuweilen auch roter Fettkreide oder mit Stiften aus Steatit, einer in Hinterindien gegrabenen fettigen Tonmasse, beschrieben. Fettkreide und Steatitstifte werden zumeist in eine Röhre aus Eisen oder Messing gesteckt, Abb. 48, also in der Weise gebraucht wie bei uns Zeichenkohle oder Zeichenkreide. Die hier gekennzeichnete Art zu schreiben und auch das schwarze Kohlepapier finden wir außerhalb Kambodschas und Siams noch in Birma verbreitet. Zu nennen ist noch eine Kunstschrift, mit dickem Lack auf vergoldete Palmstreifen geschrieben. Es ist dies die Pali-Quadratschrift, Abb. 39. In Birma ist eine mit spitzigem Griffel in Palmblätter eingeritzte Schrift zu Hause. Amtliche Eintragungen, Geburts- und Todesanzeigen, Konfirmationsscheine und Briefe aller Art werden in Birma und Siam mit stahlernem Griffel, Abb. 50b, c, in glatt und sauber zubereitete Streifen und handgroße Quartblätter scharf und deutlich eingeritzt. Sodann werden die eingeritzten Züge noch mit Wasserfarben oder Lack

Digitized by Google

ausgefüllt. Die einzelnen beschriebenen Blätter werden auf ein oder zwei Schnüre gezogen und so zu Päckchen in Bücherform, Abb. 36, vereinigt. Auch kommen für wichtige amtliche Zwecke schöne Palmblattdokumente von 1 bis $1\frac{1}{2}$ m Länge vor, die in entsprechend lange, meist rot lackierte Rohre aus Bambus gesteckt und hiernach mit kostbaren Stoffen umwickelt wurden. Der birmanische öffentliche Schreiber führt außer dem Ritzschriftgriffel und einigen Palmblattstreifen eine aus dünnen Stäbchen geflochtene Decke mit sich, auf welche er sich niederhockt und ohne Tisch das zu beritzende Blatt auf die linke Handfläche legt und Bittbriefe und sonstiges Schriftwerk für die zahlreichen Analphabeten schreibt. In den Städten, wie Rangoon, kommen allerdings auch Schreibschulen in Aufnahme, wo sogar nach gedruckten Vorlagen geschrieben wird. Zur Ausstattung des Palmblattschreibers gehört ein mehrstöckiges zierliches Gestell, welches in den unteren Fächern die unbeschriebenen, in den oberen die fertig beschriebenen Blätter aufnimmt. Zumeist liniiert sich der Schreiber seine Palmblätter mit Hilfe einer Art Geige, welche 5 bis 10 nebeneinander gespannte Fäden enthält, die mit Holzkohlenstaub geschwärzt und dann auf das Palmblatt aufgedrückt werden. Oft werden diese geschwärzten Linierfäden mit einer aus Bambus gefertigten Zange vom Beschreibstoff aufgehoben, um sie dann auf denselben herabschnellen zu lassen. In Siam bedient man sich seit alter Zeit auch schwarzer, hölzerner Tafeln, die mit Fettkreide oder gewöhnlicher Kreide beschrieben werden. Die Vielseitigkeit der hinterindischen Schreibtechnik läßt nichts zu wünschen übrig. So finden sich eigenartige löffelförmige, sehr brauchbare Schreibfedern aus Palmholz vor, Abb. 44e. Diese dienen der Pali-Quadratschrift, Abb. 39. Der Löffelteil nimmt schwarze oder weiße Farbflüssigkeit auf und überträgt sie durch die Hand des gewandten Schreibers sauber auf den Palmblattstreifen. Die Ritzgriffel sehen merkwürdig plump aus, namentlich im Vergleich zu denjenigen Vorderindiens und Ceylons. Der hinterindische Palmblattritzer ist aus Holz geschnitten, Abb. 50a, als ritzender Teil ist ein scharfkantiger Feuersteinsplitter in den Holzstift eingelassen. Man vergleiche diesen Schreibknüppel mit dem zierlichen Metallgriffel aus Ceylon, Abb. 50d. Ich muß vermuten, daß letzterer unmittelbar vom altgriechischen Stylos abstammt. Griechischer Einfluß ist ja in ganz Vorderindien nachweisbar. Die Palmblattmanuskripte werden an ihren Längskanten glänzend rot lackiert und sehr häufig prachtvoll vergoldet. Ein oberes und ein unteres Brett aus Palmholz umschließen die Palmblattstreifen, eine wohlgedrehte Schnur umschlingt das Buch, Abb. 36. Die aus schwarzem oder weißem Baumwollpapier bestehenden Faltenbücher werden, ganz nach uralter asiatischer Sitte, in kostbare Decken gewickelt. Was nun die Form der mit Farbe beschriebenen Faltenbücher anbetrifft, so scheint diese von China, vermutlich durch den Buddhismus, beeinflußt zu sein. In China treten seit alter Zeit die Schriftstücke als lange Papierbahnrollen auf, während das handschriftliche

Digitized by Google

sowie das gedruckte Buch die hier einleitend geschilderte harmonikaartige Faltenform haben.

Im niederländisch-indischen Gebiet sind Handschriften so mannigfaltiger Art zutage gefördert worden wie sonst wohl kaum anderwärts in der Welt. Alle Zeiten und viele Völker Asiens haben hier Spuren ihres Aufenthaltes oder ihrer Beziehungen zu der asiatischen Inselwelt in der Form von Handschriften zurückgelassen. In einem im Jahre 1882 in Batavia herausgegebenen Buch über Paläographie von K. F. Holle[23]) werden die Schreibverhältnisse der Sundas recht eingehend geschildert. Holle sagt etwa folgendes: „Als Stoff, auf dem geschrieben wurde oder in den die Schriftzeichen eingegraben wurden, benutzte man Blätter der Lontarpalme und des Ripahbaumes, Steinplatten, Tafeln aus Gold, Silber, Kupfer, sowie schmale Streifen aus dem Bast der Saepflanze. Später kam chinesisches Papier auf und Baumwollgewebe, welches von den Sundabewohnern hergestellt wurde. Neuerdings führte sich europäisches Papier ein." Die Handschriften auf Lontar- und Ripahblättern sind in ihrer Mitte ein- oder zweimal durchlocht, um sie zu mehreren auf eine Schnur aufziehen zu können. Das hierdurch gebildete Päckchen wird zwischen zwei Platten aus Holz oder Bambus gelegt, deren jede wiederum durchlocht ist, um die besagte Schnur hindurch zu lassen. Die Schnurenden werden in einigen Windungen um das Schriftstück herumgeschlungen. Auch werden solche Palmblattschriftstücke in Kästchen aufgehoben.

Die älteste Schriftform der Sundainseln stammt von den Brahmanen des indischen Festlandes aus vorchristlicher Zeit. In Sumatra schreiben die Tobabataker und ebenso die Redan und Lampun gegenwärtig noch diese alten Schriftzeichen. Die aus der Blütenhülle der Kokospalme hergestellten heiligen Zauberbandschriften sind in Schwarz und Ockergelb geschrieben und mit Bildern versehen. Die regelmäßigen Gleichzüge der Batakschrift zeigt Abb. 40. Wir sehen auch das dazu benutzte Schreibinstrument in Gestalt eines Palmholzstiftes, Abb. 44f. Als Tinte dient ein Brei von verdicktem Fruchtsaft mit Ruß vermischt.

Makassar Bugi Wechselzüge.

In Celebes ist die alte Schrift der Brahmanen in Wechselzüge umgeformt worden. Die Bugis und Makassaren, welche Nachkommen uralter hochkultivierter Völker der Malaienstaaten sind, bedienen sich zum Schreiben einer flachen Blattrippe, die eine natürlich gewachsene Tintenzuführungsrille aufweist, Abb. 46d. Die Buchstaben zeigen in solchen Handschriften,

[23]) [illegible] Batavia & 's-Gravenhage, 1882.

Digitized by Google

Abb. 41, ein vollendetes Wechselspiel zwischen Haar- und Grundstrichen im Gegensatz zu den gleichmäßig starken Buchstabenzügen der Bataker. Wenn die Schriftzeichen auf Palmblattstreifen oder Bambusstöcken eingeritzt werden, in letztere mit Hilfe der Ritzmesser, Abb. 51 und 52, so machen sie allerdings einen wesentlich anderen Eindruck als die Farbbandschriften. Abb. 37 zeigt Ritzschrift der Makassaren. Früher war die Brahmanenschrift auch auf den Philippinen in Gebrauch. Daselbst saß das kluge und fleißige Volk der Tagalen; die Spanier haben die Kultur und damit auch das Schrifttum derselben zerstört. Die Tagalen sind nicht gänzlich ausgestorben, sie begründen eine neue Philippinenkultur, ihre alten Schriftzeichen lassen sie neu erstehen, sie haben sich ein Druckalphabet in Deutschland machen lassen.

Außer der bis hier genannten Brahmanenschrift war den Sundainseln die Ritzschrift der Buddhisten zugeführt worden. Im 7. Jahrhundert n. Chr. war der Buddhismus durch ganz Java verbreitet. Dem neuen Glauben folgte auch die neue Schrift. Neu war diese Schrift allerdings nur für die Sundavölker; denn in Südindien und Ceylon herrschte sie bereits im 3. Jahrhundert n. Chr. Sechs Jahrhunderte später kamen die Mohammedaner mit ihrer arabischen Schrift in die Sundagebiete. Hier herrschte seit dem 13. Jahrhundert n. Chr. der Islam mit dem Koran. Die malaiischen Küstenländer unterwarfen sich völlig dem Islam. So gibt es südindische Tempelinschriften und Papierbandschriften mit arabischen Buchstaben. Nur die inneren Gebiete der Inseln behielten ihre Eigenart und Schrift ferner bei. Aber schon wieder pocht ein anderer Geist um Einlaß in jene fern von uns liegenden Gebiete. Die europäische Kultur, die christliche Religion und mit ihr unsere Schrift fangen an Südindiens Inseln zu erobern.

Pinselschrift.

Der Ursprung der chinesischen Schrift ist zunächst noch unbekannt, alle Nachrichten darüber sind sagenhaft und unzuverlässig. Auch gab es zu verschiedenen Zeiten recht verschiedene Schriften im chinesischen Reich. Eine der bekanntesten ist die bis auf den heutigen Tag erhaltene Bilderschrift, die Vorstellungen und Gedanken durch bildliche Darstellung ausdrückt. Im Laufe der Zeit sind die Bildzeichen so verändert worden, daß ihre ursprüngliche Form nur dem Sprachforscher noch erkennbar ist. Es sind viele 10 000 Schriftzeichen entstanden. Um die gewöhnliche Verkehrssprache oder Verkehrsschrift, Abb. 43, einigermaßen zu beherrschen, muß man sich 5000 bis 6000 Zeichen einprägen; die Kenntnis der übrigen ist aber erforderlich, um gelehrte Werke lesen zu können.

Digitized by Google

Als Beschreibstoff dienten in der Anfangszeit Bambusplatten[24]), die Schrift wurde mit Farbe aufgetragen, zuweilen eingegraben. Es läßt sich noch nicht feststellen, seit wann die Chinesen mit Farbe schreiben, vermutlich diente anfangs hierzu ein ausgefaserter Halm der wilden Hirse oder die Luftwurzel einer Baumart. Der heute für die chinesische Schrift gebräuchliche Pinsel aus Bambusrohr mit einem darin befestigten spitzen und festen Kegel aus Kaninchen- oder Menschenhaar, Abb. 53, soll erst nach Christi Geburt aufgekommen sein. Man taucht den Pinsel in eine wäßrige Lösung aus schwarzer oder roter Tusche. Die schwarze Tusche besteht aus Ruß, der mit Wasser, Leim und etwas Kampfer versetzt wird; die rote Tusche wird aus entsprechenden roten Erden, die beste aus Zinnober gemacht. Man reibt die Tusche auf einem Schiefer- oder Marmorstein, der an einem Ende den sogenannten Teich, d. h. eine Vertiefung zur Aufnahme der Farblösung, aufweist. Das erforderliche Wasser wird aus einem zierlichen Kännchen oder Töpfchen auf den Tuschstein geträufelt. Für die Reise hat man runde Tuschnäpfe, die sich bequem in die Tasche stecken lassen, und die an die Seifennäpfe unserer Barbiere erinnern, zumal sie in Messingkapseln stecken. Der Chinese trägt sein Schreibgerät gern in der Gewandtasche und hat dafür besondere Beutel, in welche einige Tuschstücke, der Napf und Pinsel mit metallenen Spitzenschonern gehören. Die Pinsel hat man, je nachdem große oder kleine Schriftzüge geschrieben werden sollen, groß und dick oder ganz fein und spitzig. Für den ersten Schreibunterricht benützt man Pinsel in einer Stärke, wie sie unsere Anstreicher gebrauchen. Man erzielt damit Schriftzüge von großer Deutlichkeit, die sich dem Gedächtnis leicht einprägen. Als Beschreibstoff ist seit alter Zeit Bastpapier, welches sehr saugfähig ist und in weichen und auch in mehr starren Qualitäten erzeugt wird, in Gebrauch. Mit der Feder läßt sich solches Papier nicht beschreiben. Sven Hedin fand Papier aus Rindshaar, also Filz, mit Bildern und Zeichen bedeckt. Der Fund stammt aus vorchristlicher Zeit.

Es wird angenommen, daß die ältesten Schriftzeichen Japans indischen Ursprungs gewesen sind, sie haben eigentlich eine höhere Entwicklungsstufe der Schrift dargestellt als diejenige des heutigen Japans. Denn diese älteste Schrift auf japanischem Boden, die offenbar von Brahmanen Nordindiens abstammt, war ein Gemisch von Lautzeichen und Silbenzeichen, während die heutige nationaljapanische Schrift nur Zeichen für Silben kennt. Neben dieser Silbenschrift ist außerdem noch die chinesische Schrift in Gebrauch. Professor Rudolf Lange sagt darüber[25]): „Die Schrift, derer sich die Japaner bedienen, ist teils eine Wortschrift, teils eine Silbenschrift. Die erstere ist von den Chinesen entlehnt;

[24]) [illegible]: Die chinesischen Handschriften und sonstigen Kleinfunde Sven Hedins [illegible] 1920, Generalstab.

[25]) [illegible] Rudolf: Einführung in die japanische Schrift. Stuttgart u. Berlin 1896, [illegible]

Digitized by Google

die letztere ist aus dieser abgeleitet und kann, weil sie in Japan üblich ist, japanische Schrift genannt werden. Während in der chinesischen Schrift jedes Wort oder jeder Begriff durch ein besonderes Schriftzeichen dargestellt wird, dient die Silbenschrift, wie der Name andeutet, dazu, einzelne Silben zu bezeichnen."

Die japanische Silbenschrift war bereits um 800 n. Chr. in Gebrauch, ein buddhistischer Priester, namens Kobo Daishi, der 835 gestorben ist, übte einen wesentlichen Einfluß auf die Bildung dieser Schrift aus. Im alten wie im neuen Japan legt man großen Wert auf das Schönschreiben, man hat wirklich das Schreiben zu künstlerischer Vollendung und Schönheit gebracht. Man verwendet die Schriftzeichen als Schmuck und Zierat bei Schnitzereien sowie in Gemälden und Stickarbeiten. Als Wandschmuck findet man häufig wunderschön geschriebene Sprüche und Gedichte, die der Verfasser oder Dichter eigenhändig geschrieben hat. Papier, Pinsel und Tusche sind dieselben wie in China. Die Behälter hierfür waren bis vor kurzer Zeit ganz besonders zierlich. Neuerdings sind allgemein Schreibkästen in Gebrauch, die alles enthalten, was der Japaner zum Schreiben gebraucht, und die man meist in der Tasche bei sich trägt.

Der Pinsel wird beim Schreiben mit seiner Spitze senkrecht auf das Papier gestellt. Das Schreibpapier hat man zumeist in Form eines etwa ein Meter langen Bogens zu einer Rolle gewickelt, von der man während des Schreibens nach und nach soviel abwickelt, wie man gerade beschreiben will. Man benützt außerdem sehr zierliche Briefbogen und Umschläge. Der Japaner führt seinen Pinsel außerordentlich gewandt und schnell, so daß es nicht möglich ist, mit der Stahlfeder schneller zu schreiben. Die Pinselformen gleichen sich in China und Japan vollkommen, vielleicht ist der Lack bei japanischen Prunkpinseln schöner als bei den Chinapinseln. Auch die Japanschreibkästen und Gürtelschreibzeuge sind bis vor 60 Jahren künstlerisch vollendeter gewesen als die Chinas.

Der Naturmensch schuf Zeichnung, Gravur, Plastik, Ornament durch primitive Wiedergabe der Gegenstände, Tiere und Mitmenschen, die ihn umgaben. Es sind Beweise genug vorhanden, daß Menschen, die längst vor den geschichtlich belegten Zeiten lebten, schon farbige Zeichen und Bilder herstellten und mit feinen Feuersteinspitzen Gravuren auf Horn, Knochen und Stein ausführten. Ob Rußland oder Indien, China, Australien oder Amerika, überall waren die Werkzeuge und deren technische Ergebnisse der Frühmenschen gleichartig oder mindestens sich stark ähnelnd. Sobald aber Kulturstätten sich andersartiger Werkzeuge bedienten, wurde den Werkstücken selbst ein anderes Aussehen verliehen. Werkzeug und Technik hinterließen ihre unverwischbaren Spuren. So war es insonderheit

Digitized by Google

bei der Bilderschrift und bei den Buchstaben. Deren Entwicklung und Technik konnte ich in vorstehenden Ausführungen und nachstehenden Bildern vorführen. Das Deutsche Museum in München und meine eigene Sammlung in Berlin bieten Gelegenheit, die Schreibtechnik in ihren Werkzeugen und Handschriften zu betrachten. Die Münchener Sammlung, von mir zur Gründung des Deutschen Museums gestiftet, wurde durch wertvolle Gaben von anderer Seite ergänzt, die dortige Bücherei erhielt namhafte Werke des hier gedachten Gesamtgebietes.

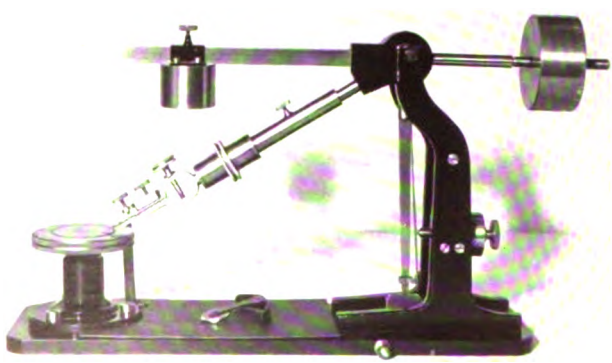
Schriftrichtungen

Indische Schriften, Siamesisch:

Semitische Schriften, Hebräisch, Arabisch:

Mongolisch, Mandschu, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch:

Sundaschriften, Bugis, Makassaren, Bataker, Javanen:



Schreibfederspalter mit Schreibfedern aus der Werkstatt Hemme & Blanckertz, Berlin

Digitized by Google

Abb. 1. Tontafel der Sumerer, etwa 3500 v. Chr. Keilzeichen, die noch Bilder erkennen lassen. Die Kreislöcher sind Zahlen.

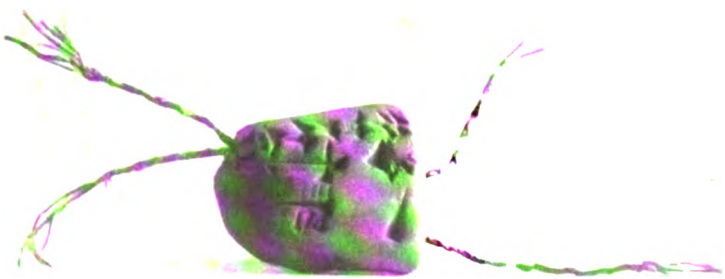


Abb. 2. Sackverschluß aus Ton mit assyrischer Keilschrift von Sendungen zwischen Babylon und Ägypten.

Digitized by Google

Abb. 3. Babylonische Keilschrift auf einer Tafel, die mit vielen andern auf und in einem Schutthügel Kultepe, südlich von Angora, gefunden wurde. Nach dem Buch von Eduard Meyer „Reich und Kultur der Chetiter" stammen diese Tontafeln aus der Zeit 2000—2081 v. Chr. Die auf den Tontafeln vorkommenden Eigennamen sind nicht babylonisch, sondern assyrisch. In meiner Sammlung befinden sich mehrere Keilschrifttafeln von Kültepe.

Abb. 4. Rekonstruktion babylonischer und assyrischer Keilschriftspatel nach Dr. Messerschmidt und Rudolf Blankertz.

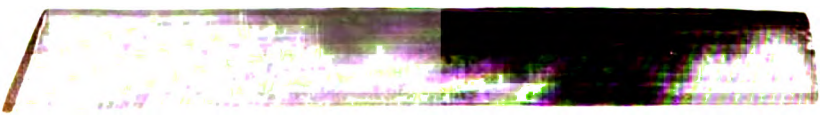


Abb. 5. Rekonstruktion babylonischer und assyrischer Keilschriftspatel nach Dr. Messerschmidt und Rudolf Blankertz.

Digitized by Google

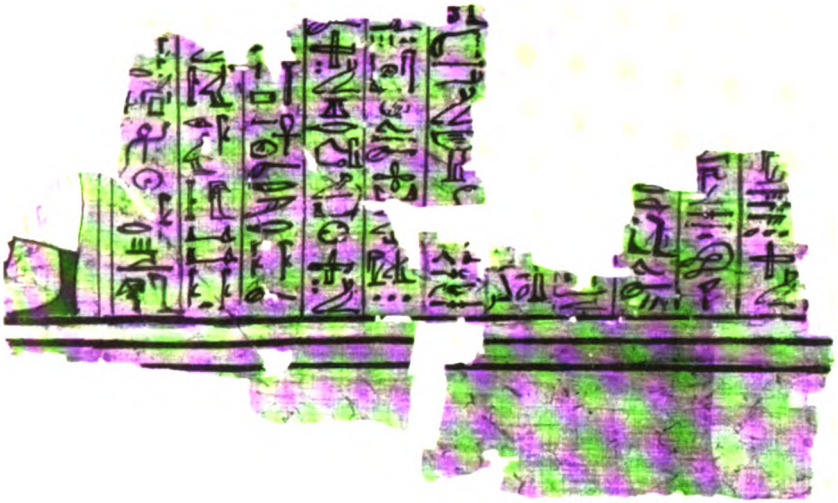


Abb. 6. Ägyptischer Papyrus mit Hieroglyphen aus dem Schriftmuseum Rudolf Blanckertz, Berlin.

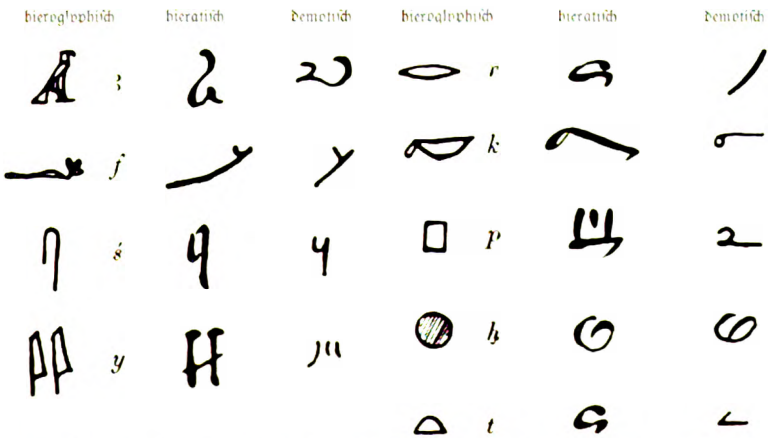


Abb. 7. „Aus den Papyrus der Kgl. Museen" von Adolf Erman und Fritz Krebs.

Digitized by Google

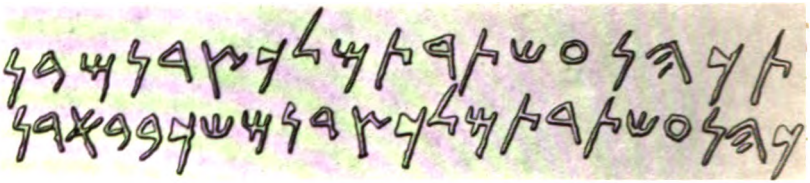


Abb. 8. Phönizische Schrift aus Sidon, Wurzel der hebräischen und griechischen Schrift.

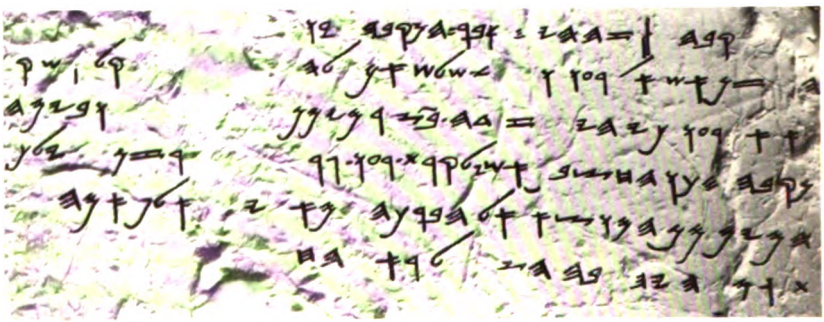


Abb. 9. Frühjemitische (althebräische) Inschrift aus dem Tunnel Siloa in Palästina.

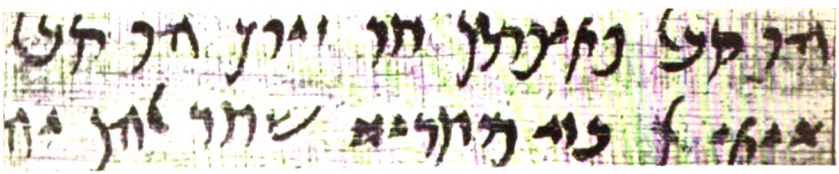


Abb. 10. Aramäischer Papyrus aus Elephantine. Inhalt: Brief an die Kolonie und ihre Vorsteher aus: Eduard Sachau „Aramäische Papyrus".

Abb. 11. Hebräische Quadratschrift einer Thorarolle auf Pergament.

Digitized by Google

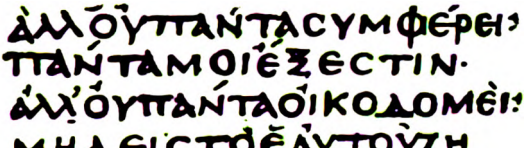


Abb. 12. Griechische Buchschrift in Gleichzügen.

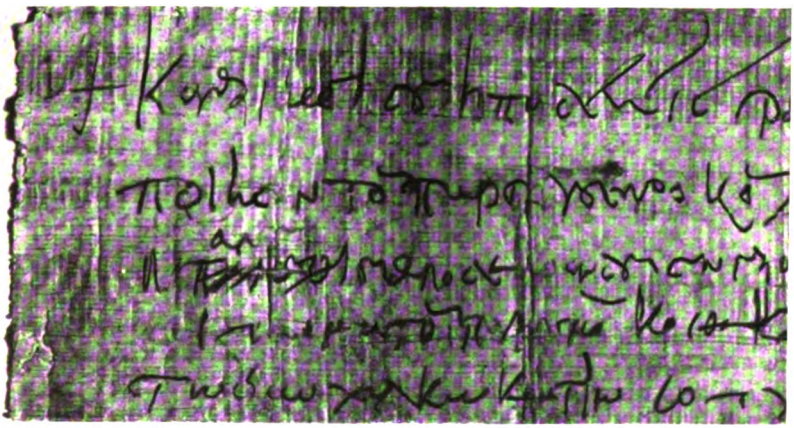


Abb. 13. Griechische Quittung auf Papyrus, Kursive.

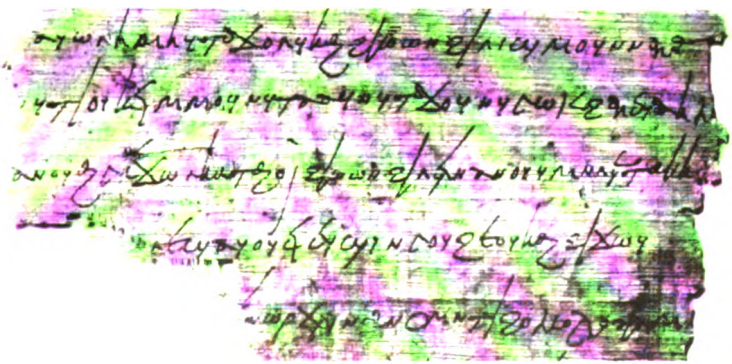


Abb. 14. Koptisches Darlehnsschreiben, Kursive.

Digitized by Google

Abb. 15. Dreiteilige griechische hölzerne Schreibtafel mit Wachsschicht.

Digitized by Google

ĒKTOPAΔΔĀKPYXEONTECΘAYMONTCITTOTYĀΩN
EĪLLHΛΡ'EKAIΦΡΟΙΟΓΕΡΩΝΛΑΟΪCIWCTHYΔΑ·
EĪ?ĀTEWOIOYPEŶCIΔIEΛΘEWENAYΠΑΡΕΠΕΠΤΑ
ĀCECΘEKΛΑΥΘWOIΟΕΠΗΝΑΠΑΓΩWIΔΟWONΔΟ

Abb. 16. Byzantinische Schrift, 2. Jahrh. n. Chr.

INPRINCIPIOERATUERBUMETUERBUMERATAPUD
DEUMETDEUSERATUERBUMHOCERATINPRINCIP
IOAPUDDEUMOMNIAPERIPSUMFACTASUNTET

Abb. 17. Unzialschrift, 6. Jahrh. n. Chr.

CUJ NOMEN ERAT JOHANNES. HIC UENIT
in testimonium perhiberet de lumine. ut omnes
crederunt per illum. Non erat ille lux sed ut testi-
monium perhiberet de lumine. Erat lux vera

Abb. 18. Karolingerschrift, 9. Jahrh. n. Chr.

Ouch erkande ich nie so wisen man. Swer mit disen schanzen allen kan
Cru möhte gerne künde han. In dem hat witze wol getan.
Welher stuont diu marte gernc Der sich niht verstrizet noch verget
Vnd wær si guoter lere wernc. Vnd sich anders wol verstet.

Abb. 19. Gotische Schrift, 13. Jahrh.

Zum ersten mach ein rechte firung von gleychen senten vnd winckln
vnd teyll die mit vier par linie aufrecht vnnd oberzwerch in neun
klein firung vnd setz in etliche ein mittel puncten vnd nimm ein
cirkel setz in mit dem ein fuß in die selben puncten nach ein ander

Abb. 20. Frakturschrift, Mitte d. 16. Jahrh.

Aus „Beispiele zur Geschichte der Schrift", geschrieben von Prof. Anna Simons, München.

Digitized by Google

Die Minne ist nicht Mann noch weib hat weder Seel noch hat sie leib
sie hat auf Erden nicht ein Bild ihr Nam ist kund sie selbst verhüllt
Nur eines wisse das noch nie zu falschem Herzen Minne trat und wiss
das andere das ohne sie sich Gottes Huld sie niemals nahe. [illegible]

Abb. 21. Gotische Kursive oder Vorkurrent, Mitte des 14. Jahrh.

La bella donna que cotanto amaui,
Subitamente se da noi partita,
E per quel ch'io ne speri, al ciel salita:
Si furon gli atti sui dolci soani.

Tempo e da ricourare ambe le chiaui
Del tuo cor, ch'ella possedeua in vita,
E seguir lei per via dritta e spedita;
Peso terren non sia più che t'aggraui.

Abb. 22. Humanistenschrift, Mitte des 15. Jahrh.

Gott ist ein Meister in folgender Kunst: was uns hindern und
schaden will muß uns fördern und nützen, was uns töten will
muß uns zum Leben dienen; was uns in Sünde und Verdammniß
bringen will muß uns dazu verhelfen, daß Glaube und Hoffnung
gestärkt und das Gebet kräftiger und reichlicher erhört wird. Lutzer.

Abb. 23. Kurrentschrift, Anfang des 16. Jahrh.

Nicht das macht frei daß wir nichts
über uns anerkennen wollen sondern
eben daß wir etwas verehren, was

Abb. 24. Renaissancezeit, Goethezeit, Ende des 18. Jahrh.

Die Herzen hoch, die Hände rein und stark
So wollen wir von neuem uns erheben
In unseren Gliedern glüht das alte Mark

Abb. 25. Deutsche Schrift, 19. Jahrh.
[illegible] zur Geschichte der Schrift", geschrieben von Prof. Anna Simons, München.

Digitized by Google

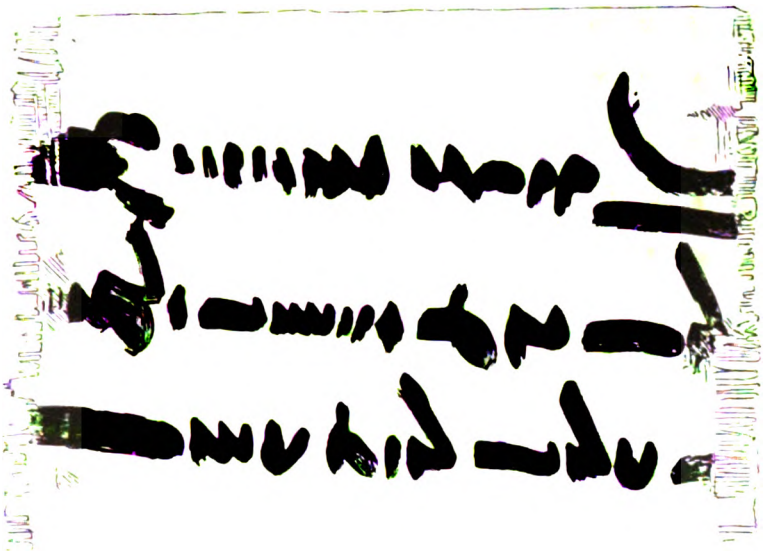


Abb. 26. Früharabische Schrift, Gleichzüge. Persischer Papyrus.
„Aus den Papyrus der Königl. Museen" von Adolf Erman und Fritz Krebs.

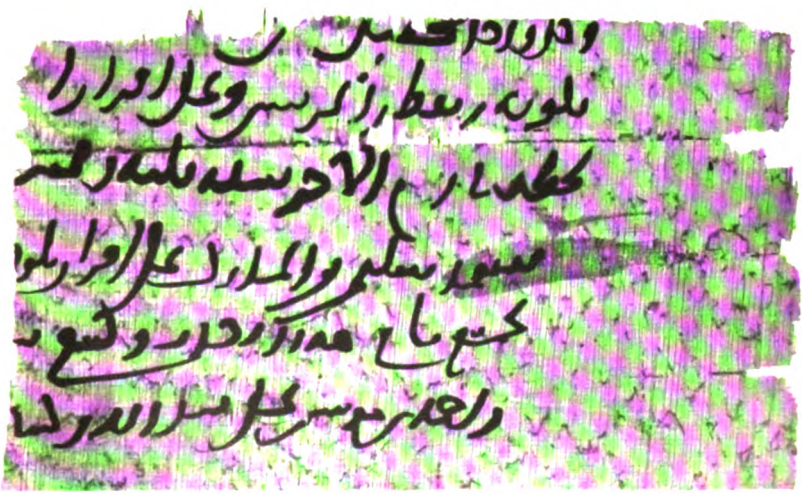


Abb. 27. Früharabischer Papyrus aus Aegypten, Gleichzüge.
Aus dem Schriftmuseum Rudolf Blanckertz, Berlin

Digitized by Google

Abb. 28. Kharosthi-Handschrift, Schreibtafel, Gleichzüge in schwarzer Farbe. Bambusbrett, gefunden in Turfan, Ost. Turkestan, aus: „Archaeological and Topographical Exploration in Chinese Turkestan" von M. A. Stein, London.

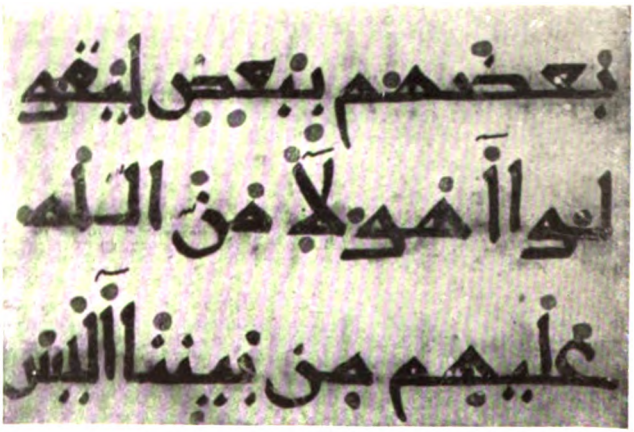


Abb. 29. Kufisch arabische Handschrift aus einem Koran 13. Jahrh.

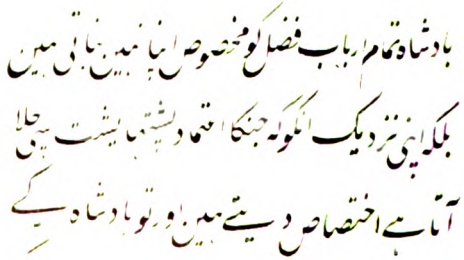


Abb. 30. Persische Kalligraphie, 14. Jahrh. Urdustil, Nord-Indien.

Digitized by Google

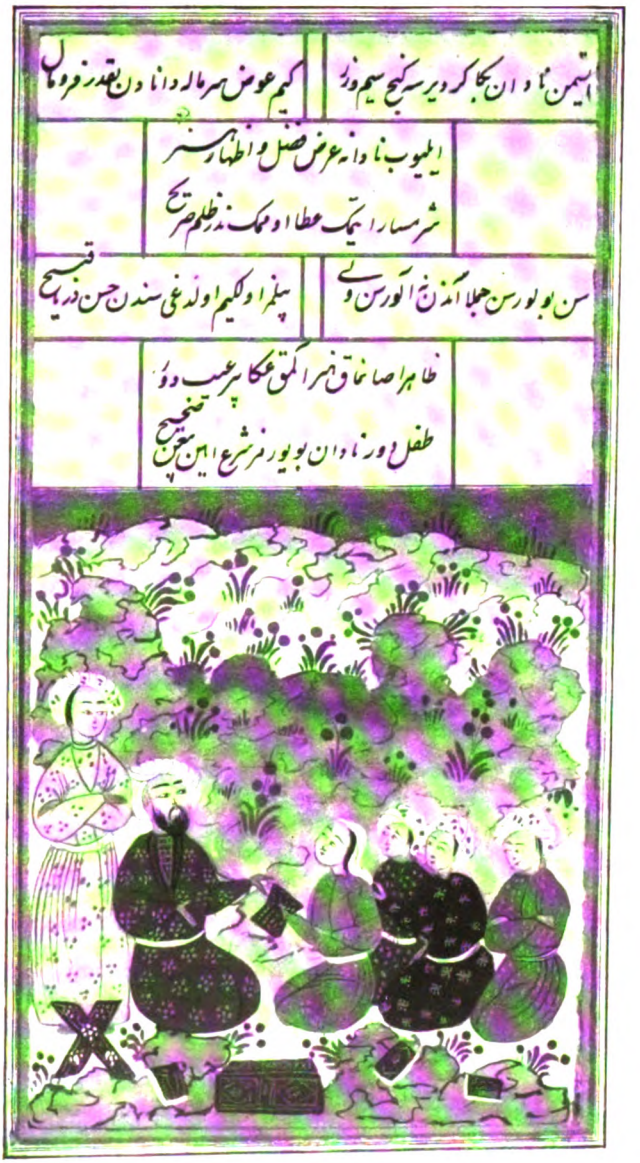


Abb. 31. Arabische Handschrift in persischem Kunststil mit farbigem Bild. Schreiblehrer mit seinen Schülern.

Digitized by Google

।राग मालकोस दोहा॥ गौरी गौरां रामकली बांभाव तीअति पुब ईन संग लागी गुण कली
॥मालकोस महबुका। चौपई॥ मालकोस कनृप चतुर बिनानी कंचन देह सुबारह
॥बानी॥ बैठे महाल तपत पराछां ही चेरी चौर दुरावत आंहीं जिन के रूप नरंजा
॥होई काम सरूप कांमिनी सोइ भूषन सुभ गवना वावनाहि॥ तीहथें भूषन
॥सोभा पावहि। पांन पातबिराकर लियै मन रस मगन मौंन सुषकियै॥
॥दोहा॥ यह बानिक नृप देषि करि मालकोस सार। बंग अब बरानौं॥
॥छबि कांमि सोभत रूप सुरंगा॥७॥ श्री। श्री॥ श्री। श्री॥ श्री॥ राम म महा

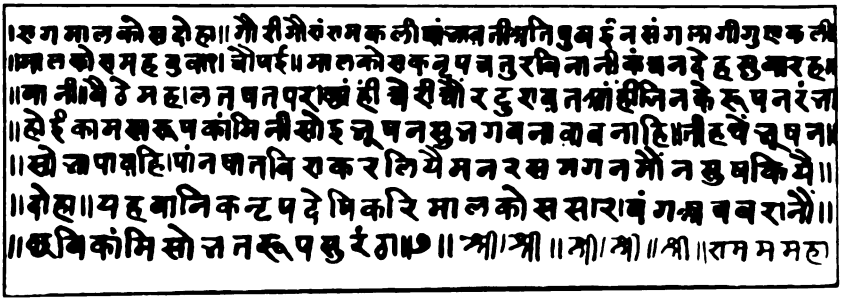
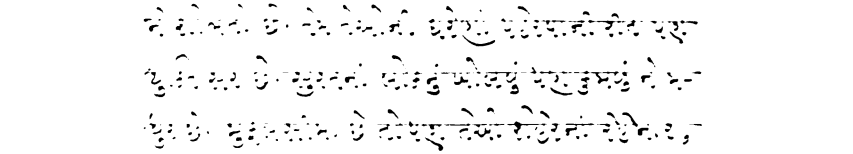


Abb. 32. Indische Brahmi-Handschrift in Sanskrit, rot und schwarz.

हाइन्त्से एण्ड् ब्लाङ्कार्त्स् वार्लीन १८४९ सालमे
स्थापित ॥ एहि कोम्पानी इष्पात् और तान्तालियम्
धातुका पेन् चित्रकार्य्यका पेन् फाउन्टेन पेन
वहूत लिखनेका पेन् दाओयाइखाना और फटो-
ग्राफीका सर्व्वप्रकार धातु द्रव्य ड्रइंपिन क्लिप्
वहि राखनेका आलमारी प्रस्तुतकरनेओयाला ॥

Abb. 33. Indische Brahmi-Handschrift auf Papier, Zentral- und Nord-Indien.
Typisches Beispiel für Anwendung der geschrägten Rohrfeder.



[illegible]

[illegible] des Ardeshir Vacha, B. A. Guzeratischrift

Digitized by Google

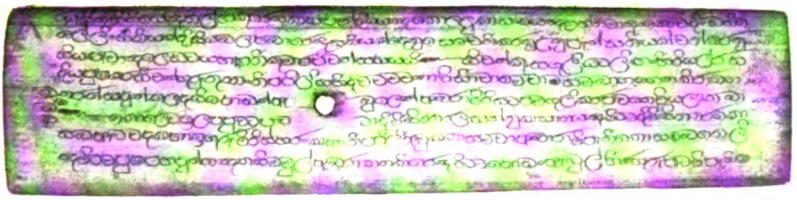


Abb. 35. Beriztes Palmblatt der Singhalesen aus Ceylon.

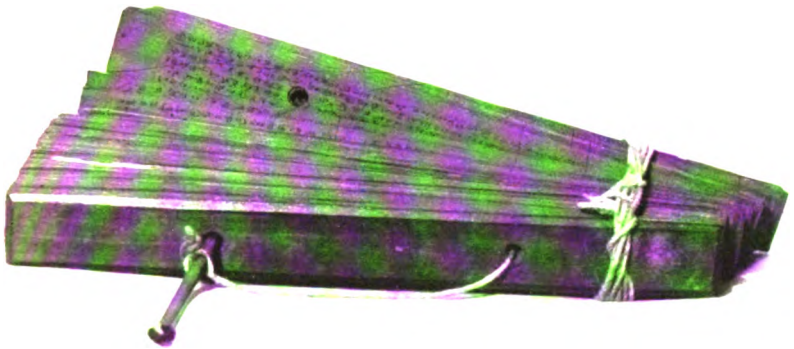


Abb. 36. Palmblattbuch aus Südindien.

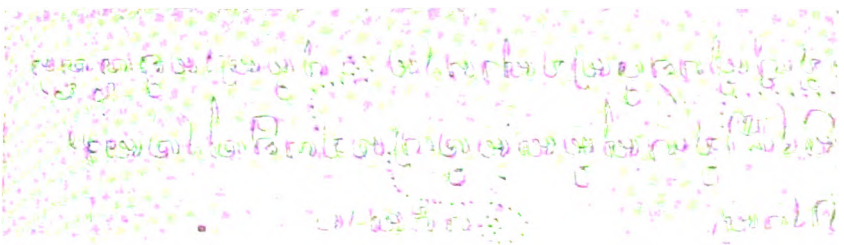


Abb. 37. Beriztes Palmblatt der Makassaren, Celebes.

Digitized by Google

Abb. 38. Siamesisches Faltenbuch mit Fettkreidedruck.

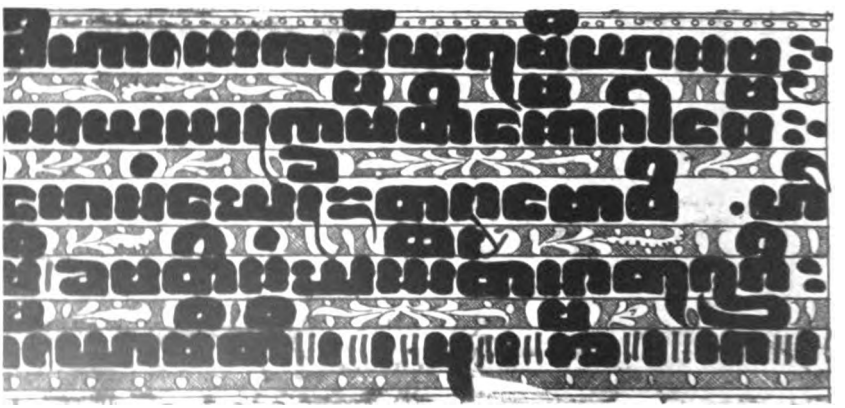


Abb. 39. Palmblattschrift. Prachthandschrift. Anfang des 18. Jahrh. Vergoldete Palmblätter mit Lackschrift. Kambodscha.

Digitized by Google

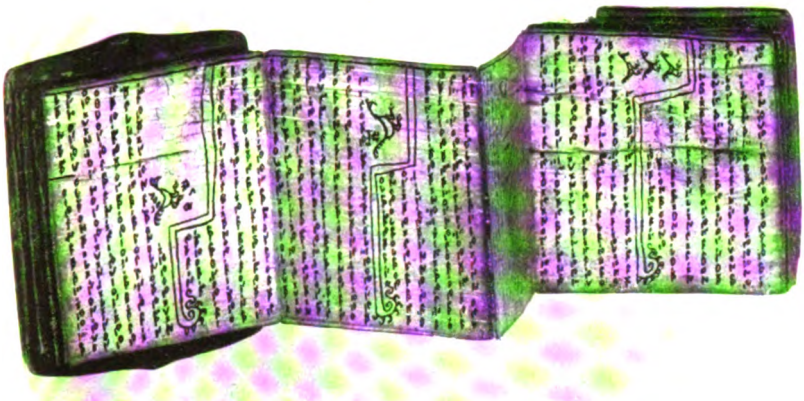


Abb. 40. Pustaha, Zauberbuch der Bataker, Sumatra.

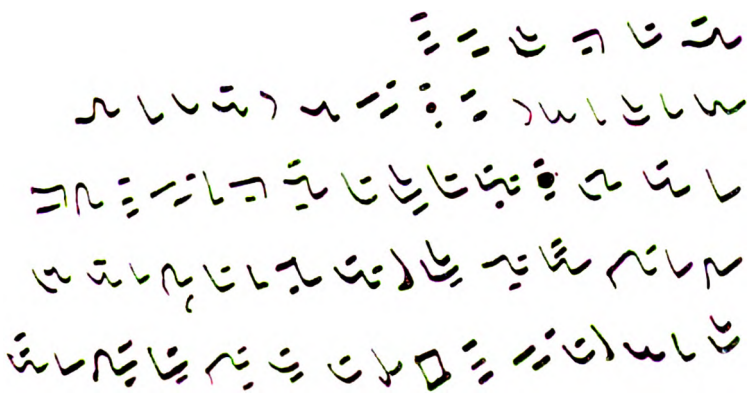


Abb. 41. Farbschrift der Makassaren, Celebes. Wechselzüge, geschrieben mit flacher Pflanzenrippe.

Digitized by Google

Abb. 42. Altchinesische Schrift auf Bambus aus Lou Lan, Mongolei. „Die chinesischen Handschriften und sonstigen Funde Sven Hedins in Lou Lan" von Laufer-Conrady.

Abb. 43. Chinesischer Brief. Dem Schriftmuseum Rudolf Blanckertz gestiftet von Herrn Generaldirektor Dr. Reismüller, Bayerische Staatsbibliothek, München.

Digitized by Google

Schreibwerkzeuge für Gleichzüge

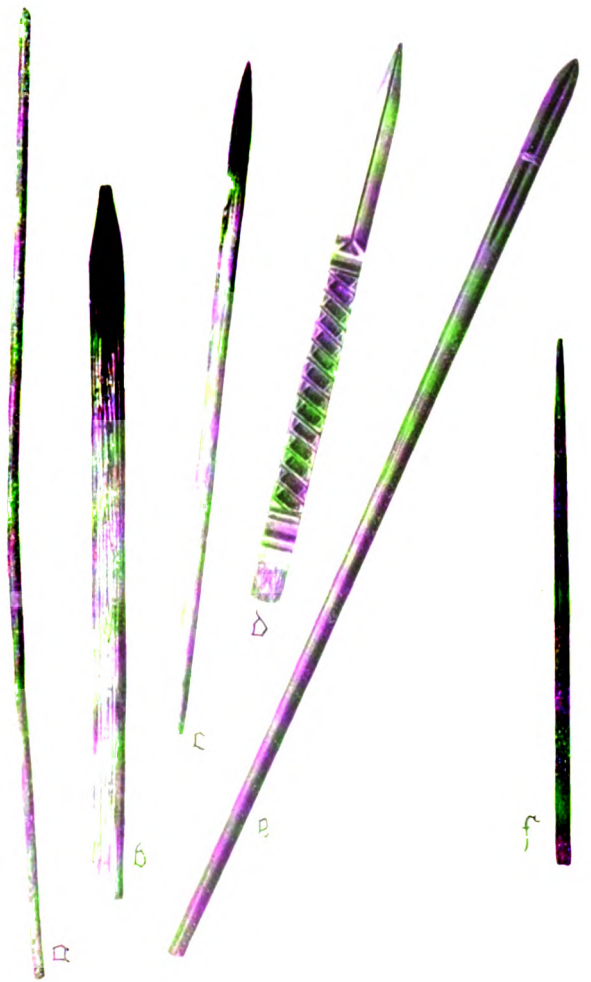


Abb. 44.

a) Altägyptische Schreibbinse
b) } Schreibstöckchen für griechische und arabische Schnurzüge
c) }
d) Marokkanischer Schreibspatel
e) Siamesische löffelartige Palmfeder für Pali-Lackschrift
f) Schreibstöckchen der Bataker, Sumatra.

Abb. 45. Kharoshti-Schreibstift aus Turfan. Aus „Archaeological and Topographical Exploration in Chinesisch-Turkestan" von M. A. Stein, London.

Digitized by Google

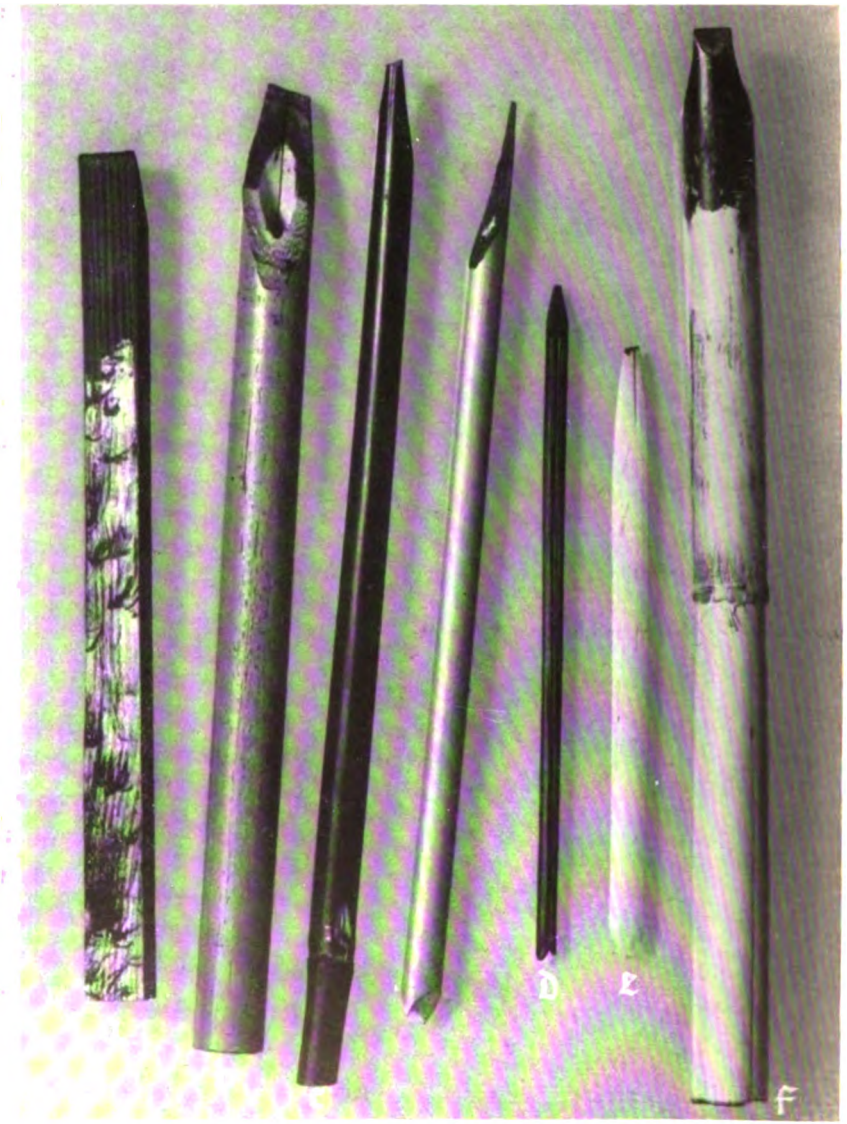


Abb. 41. Schreibwerkzeuge für Wechselzüge. a) Schreibbrettel, b) indische Rohrfeder, c) javanische Rohrfeder, d) flache Kammype der Makassaren, Celebes, e) tibetanischer flacher Schreibstabel aus Bergbambus, f) mittelalterliche Rohrfeder.

Digitized by Google

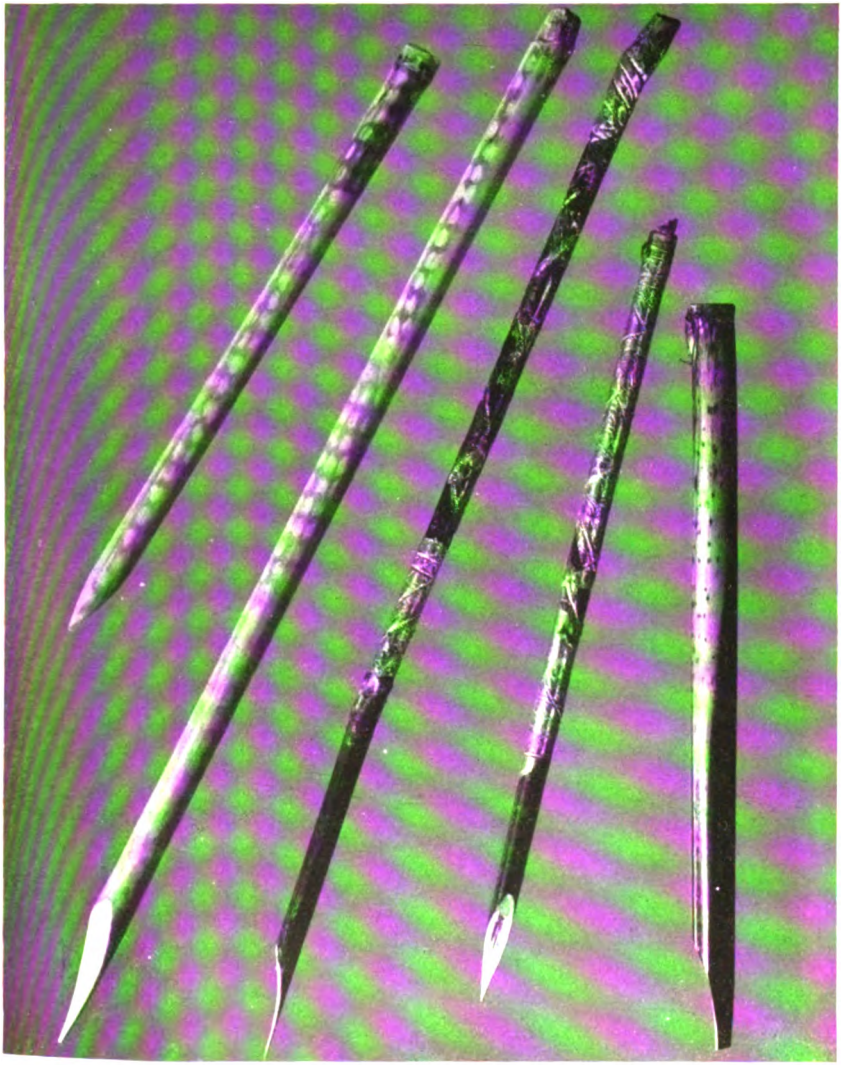


Abb. 47. Indische Federn aus Rohr, Tropenbambus sowie aus braunem Malakkarohr.

Digitized by Google

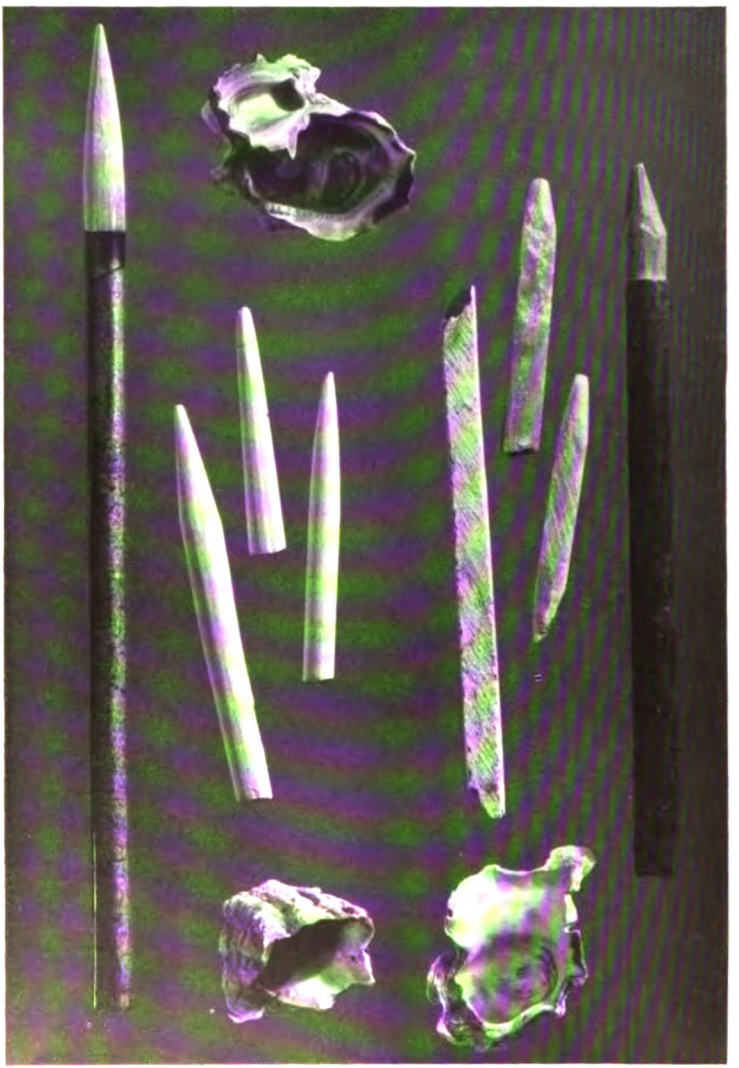


Abb. 48. Indische Kreide und kantige Steatit-Schreibstifte aus Siam, Birma, und Kambodscha nebst Pinseln, die als Pulver gerieben mit Gummiflüssigkeit zum Schreiben mit Rohrfedern dienen.

Digitized by Google

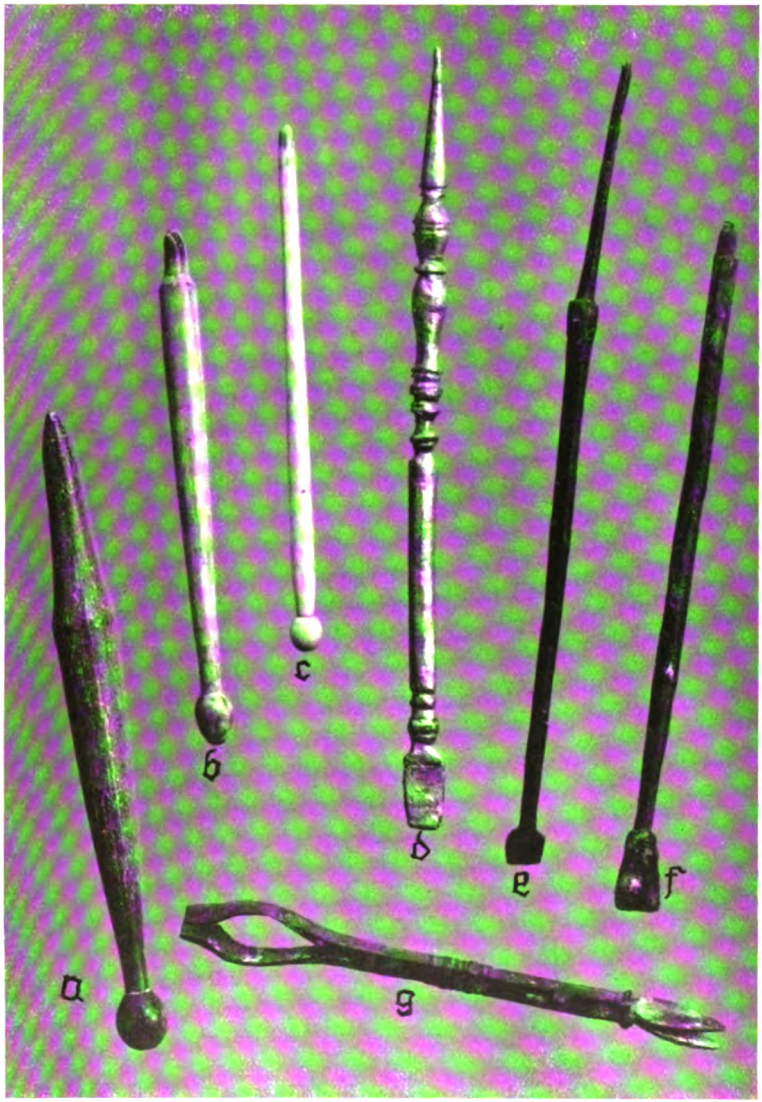


Abb. 49. Griechische und römische Schreibgeräte. a) Griffel aus abfärbendem Stein für Schiefertafelschrift. b, c) Griffel aus Elfenbein und Knochen. d, e, f) Griffel aus Bronze zum Eindrücken der Schriftzeichen in Wachstafeln. g) Halter aus Bronze für Kreide und Holzkohle.

Digitized by Google

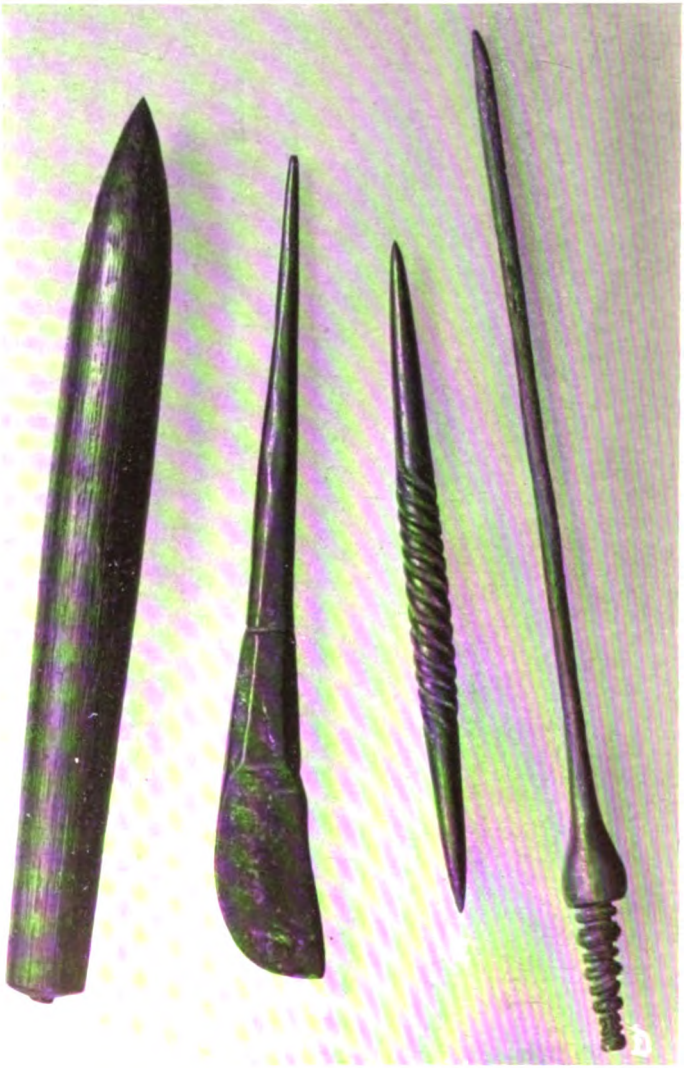


Abb. 50. Ritzer zur Palmblattschrift. a) Holzgriff mit Feuersteinspitze, Siam,
b, c) Ritzer aus Stahl, Birma,
d) Ritzer aus Stahl, Ceylon.

Digitized by Google

Abb. 51
Ritzmesser aus Bali.

Abb. 52
Ritzmesser der Bataker, Sumatra.

Digitized by Google

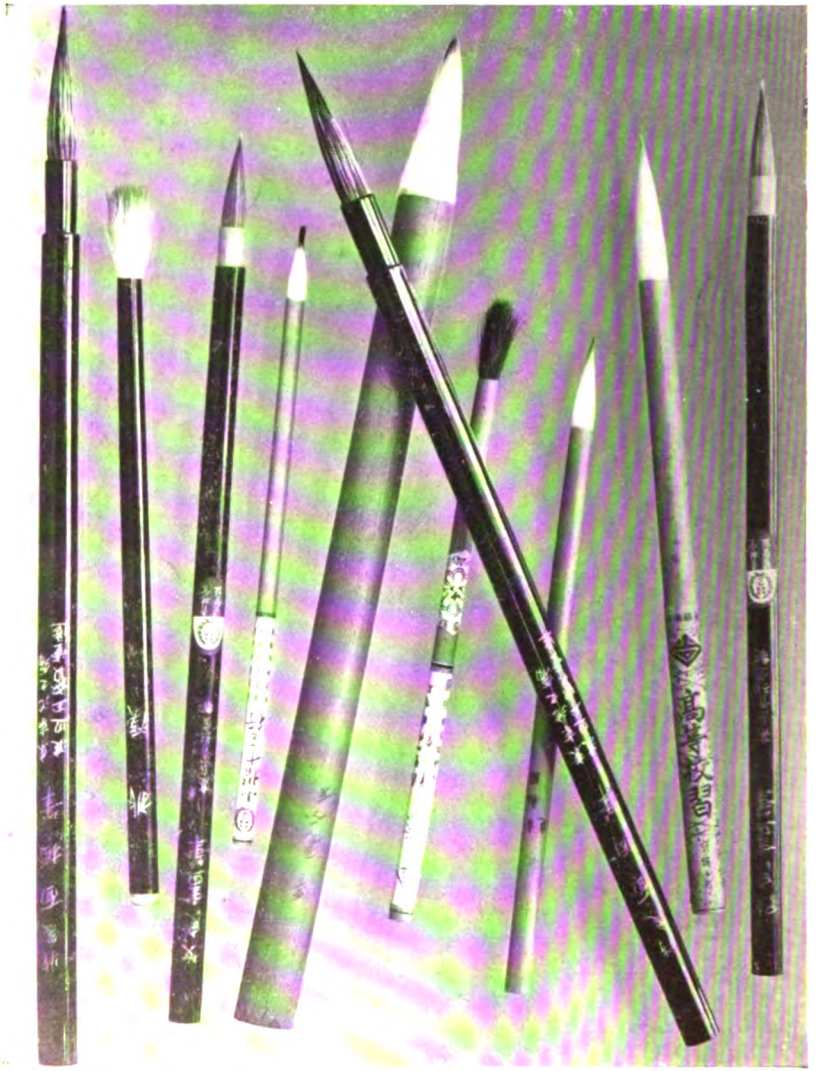


Abb. 53. Chinesische und japanische Schreibpinsel.

Digitized by Google

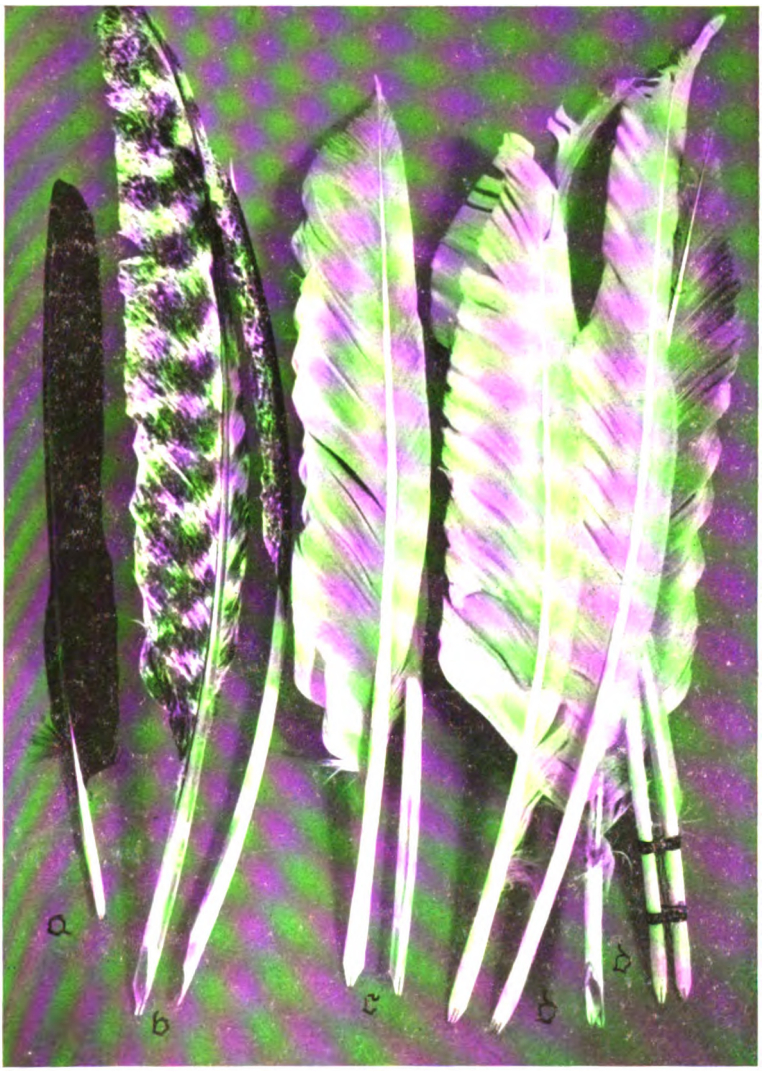


Abb. 54. Vogelfedern. a) Rabenfeder, b) Putenfedern, c) Gänse und Schwanenfedern, d) Doppelstrichfedern.

Digitized by Google

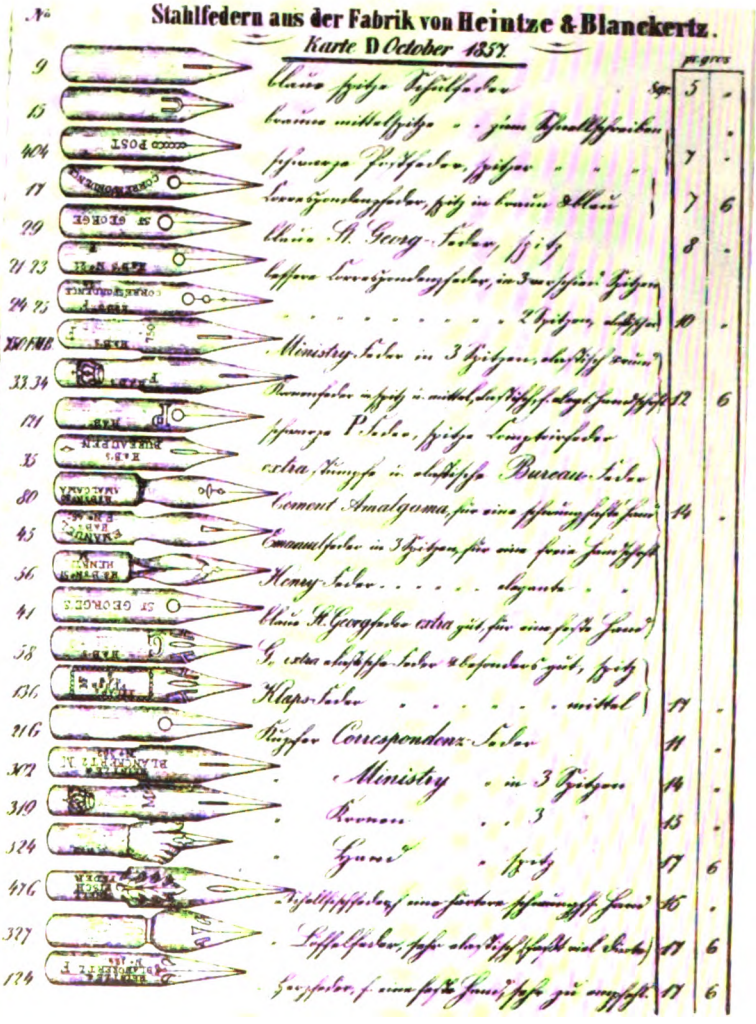
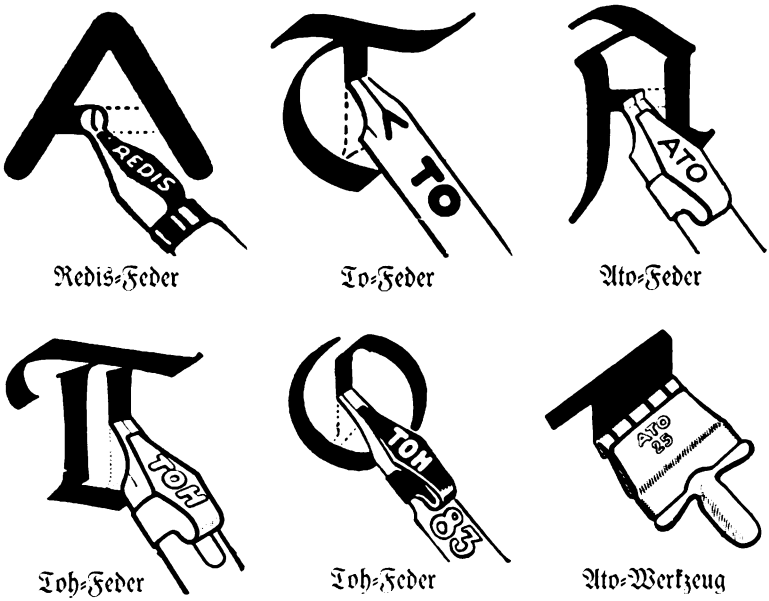


Abb. 55. Verschiedene Formen der ersten stählernen Schreibfedern.

Digitized by Google

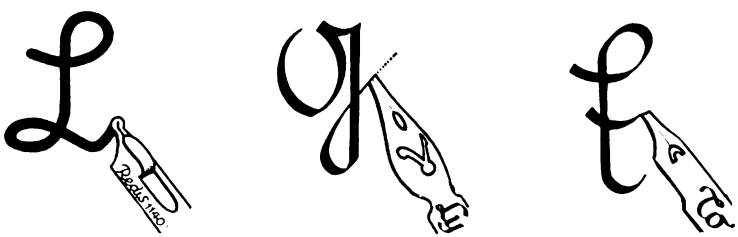
Federn für die dekorative Schrift



Redis-Feder | To-Feder | Ato-Feder

Toh-Feder | Toh-Feder | Ato-Werkzeug

Federn für die neue Schulschreibweise



kl. Redis | kl. Ly | kl. To

Abb. 56. Neuzeitliche stählerne Schreibfedern.

Digitized by Google

Abb. 57. Altägyptischer Schreiber mit Schreibbinse und Schreibtafel. Hinter dem Ohr zwei weitere Schreibbinsen. Rechts oben die Hieroglyphe „der Schreiber" zeigt ein Rohr zur Aufnahme der Schreibbinsen und einen Farbbehälter. — Bild des Deutschen Museums zu München nach dem Original im Ägyptischen Museum zu Berlin.

Digitized by Google

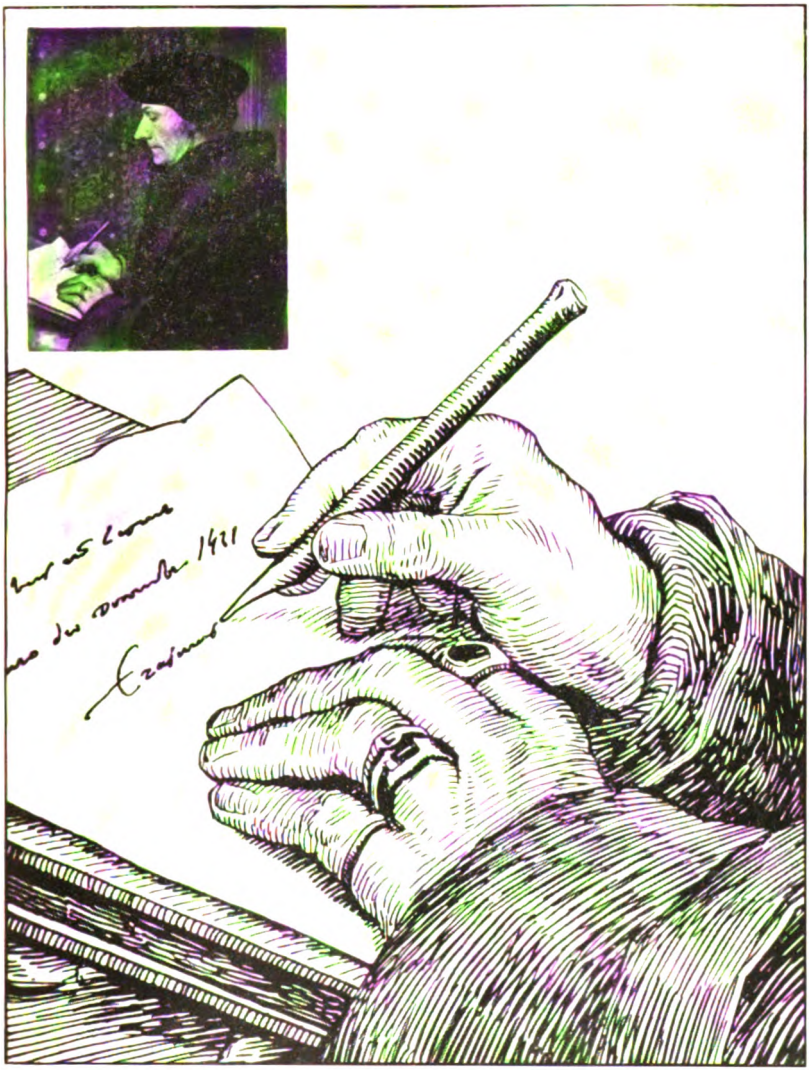


Abb 58. Erasmus von Rotterdam, Federzeichnung von R. Winter, Hand mit Zuckerrohrfeder.
Oben links: Photo nach dem Original im Louvre Museum, Paris.
Gemälde von Hans Holbein d. J. von 1523.
Bild aus dem Deutschen Museum, München

Digitized by Google

Abb. 59. Rohrfederschreiber, Indien.

Abb. 60. Pinselschreiberin, Japan.

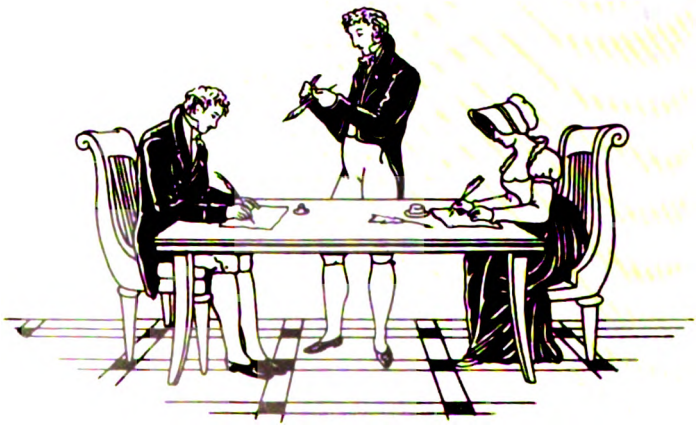


Abb. 61. Vogelpostenschreiber, Europa.

Bilder aus dem Deutschen Museum, München

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: von Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

5. Jahrgang (1933)

Heft 1: Bolza, Friedrich Koenig, der Erfinder der Druckmaschine.
Heft 2: Maurach, Johann Kunckel (1630 bis 1703).
Heft 3: Hildebrandt, Vom Flugahnen zum Höhenflug.
Heft 4: Blanckertz, Schreibwerkzeug und Schriftform.

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4,50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0,90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

chrank mit Bilder-
riften im Raum:
Die Technik
s Schreibens"

Herstellungs-
naschinen und Ent-
wicklungsstufen
der Stahlfeder

Digitized by Google

Munich. Deutsches Museum
Meisterwerke der Naturwissenschaft
und Technik

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

v.5:5

AN DER WIEGE DES ELEKTRISCHEN TELEGRAPHEN

VON

ERNST FEYERABEND

LIBRARY
MAR 11 1953
UNIVERSITY OF CALIFORNIA

DI-VERLAG GMBH / BERLIN NW

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

---

Besuchszeiten und Eintrittsbedingungen des Deutschen Museums:

A. Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen	9—6, Montag geschlossen
B. Landtransportmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie	9—6, Dienstag geschlossen
C. Mathematik, Physik, Chemie	10—7, Donnerstag geschlossen
D. Baumaterialien, Hochbau, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Gas- und Elektrotechnik	10—7, Freitag geschlossen
E. Astronomie, Textil- und Papierindustrie, Vervielfältigungstechnik, Landwirtschaft, Brauerei und Brennerei	10—7, Samstag geschlossen
An Sonn- und Feiertagen	10—6

Eintrittspreis:
Erwachsene RM 1.—, an Sonn- und Feiertagen RM —,50,
Jugendliche RM —,25
Führungen an allen Tagen

* * *

Die Bibliothek mit Lesesälen, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Patentschriftensaal ist seit dem 7. Mai 1932 eröffnet.
Besuchszeiten: an Werktagen 11—8
an Sonntagen 10—6 Uhr
Eintrittspreis: Erwachsene RM —,30
Jugendliche RM —,15

* * *

Buchhandlung und Restauration im Sammlungs- und Bibliotheksbau
Straßenbahnlinien: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt den Ehrenraum der Fernmeldetechnik. Der Glasschrank links im Vordergrund enthält den Originalapparat von Sommering.

Zuschriften sind zu richten an die **Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus**

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG HEFT 5

AN DER WIEGE DES ELEKTRISCHEN TELEGRAPHEN

VON

ERNST FEYERABEND

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW 7

Digitized by Google

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Triasdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

An der Wiege des elektrischen Telegraphen

Von Ernst Feyerabend, Berlin.)*

Das Jahr 1933 bietet besonderen Anlaß, unsere Gedanken zu den Anfängen der elektrischen Telegraphie zurückzulenken; denn hundert Jahre sind jetzt vergangen, seitdem die Professoren *Gauß* und *Weber* in Göttingen als erste mit praktischem Erfolg die Elektrizität zum Träger der Nachrichtenübermittlung in die Ferne gemacht haben. Die Erfindung der elektrischen Telegraphie hat jedoch ein ähnliches Schicksal gehabt wie manche anderen großen Errungenschaften menschlichen Geistes: es streitet sich eine nicht geringe Anzahl von Anwärtern um die Ehre der Urheberschaft. Aber das entscheidende Wort wird in diesem Streit der Meinungen wohl niemals gesprochen werden können.

Als bei der Erforschung der Elektrizität die Erkenntnisse soweit entwickelt waren, daß man in allen Ländern begann, sich mit ihrer Nutzbarmachung für die Bedürfnisse des Lebens zu beschäftigen, war es naheliegend, daß man an vielen Stellen versuchte, die in ihrer Vielseitigkeit unübertroffene Naturkraft auch in den Dienst der Nachrichtenübermittlung zu stellen. Es ist daher nicht zu verwundern, daß diese Versuche sich zeitlich in verhältnismäßig engen Grenzen abspielten. Berücksichtigt man ferner, daß trotz aller technischen Fortschritte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts die Mittel des Verkehrs doch noch so wenig entwickelt waren, daß es Wochen und Monate dauerte, bis Nachrichten, namentlich solche wissenschaftlicher oder technischer Natur, den Weg in die Studierzimmer der Gelehrten aller Kulturländer gefunden hatten, dann läßt sich verstehen, daß über Prioritätsansprüche aus jenen Zeiten weit schwieriger entschieden werden kann als über solche von heute, wo es bekanntlich auch nicht immer gelingt, klare Entscheidungen zu treffen.

Trotzdem glauben wir ein Recht zu der Erklärung zu haben, daß die Wiege der elektrischen Telegraphie in Deutschland gestanden hat. Es soll Aufgabe dieser Abhandlung sein, die Richtigkeit dieser Behauptung an Hand der Tatsachen zu beweisen.

*) Der Verfasser war von 1887 bis 1933 im Dienste der Deutschen Reichspost tätig. Als Telegrapheningenieur und in seinen späteren Dienststellungen zuletzt als Staatssekretär und Leiter des elektrischen Nachrichtendienstes war er an der Entwicklung des deutschen Fernsprechwesens hervorragend beteiligt. Die ersten Anfänge dieser Tätigkeit fielen noch in die Zeit, als *von Stephan* an der Spitze der Verwaltung stand und die Einführung des Fernsprechers besonders betrieb.

Digitized by Google

Dafür bedarf es zunächst der klaren Definition, was unter Telegraph im Rahmen unserer Betrachtungen zu verstehen ist. Das Wort „Telegraph", das erst bei Einführung des optischen Telegraphen von *Claude Chappe* in Frankreich im Jahre 1793 entstanden ist, bedeutet, aus dem Griechischen ins Deutsche übersetzt, „Fernschreiber", gab also das Wesen der rein optischen Signalübertragung keineswegs treffend wieder. Es hat sich aber von dieser ersten Anwendung her alsbald für alle Einrichtungen der Fernverständigung eingebürgert, bei denen die an der Absendestelle zum Ausdruck des zu übermittelnden erzeugten Zeichen an der Empfangsstelle sinnlich wahrnehmbar nachgebildet werden. Es ist wichtig, diese erweiterte Bedeutung des Begriffs „Telegraphie" im Auge zu behalten, weil, wie wir später sehen werden, der Amerikaner *Morse*, der für sich in Anspruch nimmt, der erste Erfinder des fernschreibenden Telegraphen mit bleibenden Zeichen zu sein, die früher entstandenen Nadeltelegraphen, die nur vorübergehend sichtbare Zeichen zu übertragen gestatteten, nicht als eigentliche Telegraphen gelten lassen will.

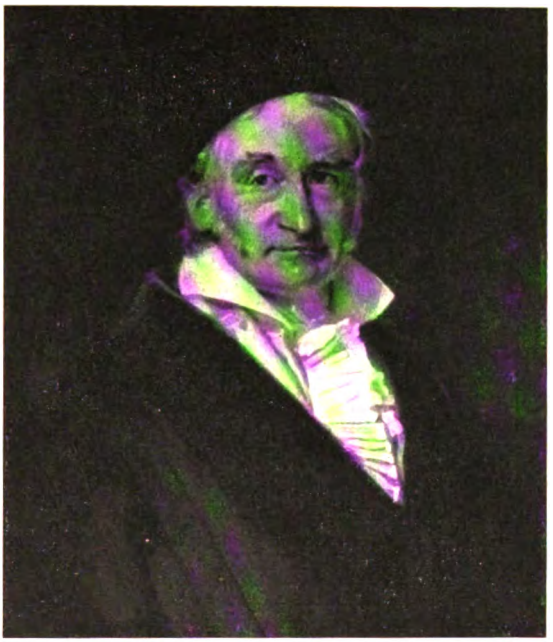
Anderseits geht es über den Zweck dieser Abhandlung hinaus, alle jene Vorschläge zu berücksichtigen, die zwar an sich ausführbar gewesen wären, aber wegen der Unzweckmäßigkeit der praktischen Benutzung oder wegen der im voraus erkennbaren Unwirtschaftlichkeit des Verfahrens nicht ausgeführt worden sind. Wir wollen uns vielmehr darauf beschränken, nur diejenigen Einrichtungen zu betrachten, die ausgeführt und gebraucht worden sind oder die wenigstens wegweisend für die Entwicklung der praktischen elektrischen Telegraphie geworden sind. Dabei wollen wir für unsere mehr geschichtliche Betrachtung auch davon absehen, die Prioritätsansprüche der einzelnen Erfinder nach den formalen Bestimmungen des in den einzelnen Ländern zu jener Zeit geltenden Patentrechts festzustellen, die bekanntlich nach Zeit und Inhalt sehr verschieden gewesen sind, wie sie es auch heute noch sind, sondern wollen, soweit möglich, nur darlegen, zu welcher Zeit die einzelnen Erfindungen, die man zu den Grundsteinen der elektrischen Telegraphie zählen muß, soweit gediehen waren, daß sie praktisch benutzt worden oder zur praktischen Verwendung geeignet gewesen sind.

Die Eigenschaften der Elektrizität, die zur Entstehung der elektrischen Telegraphen die Vorbedingung bilden

Als die Herstellung der Reibungselektrisiermaschinen die Möglichkeit geschaffen hatte, die schon den Alten bekannte Reibungselektrizität in größerer Menge zu erzeugen und sie in Kondensatoren von größerer Kapazität — Leydener Flaschen — aufzuspeichern,

Digitized by Google

setzten alsbald Bestrebungen ein, mit Reibungselektrizität die elektrische Telegraphie zustande zu bringen. So wertvoll aber auch diese Versuche für die Erweiterung unserer Kenntnisse von den Eigenschaften der Elektrizität geworden sind — es ist u. a. dabei auch die Leitfähigkeit des Erdbodens und des Wassers für die Elektrizität, die für die Entwicklung der elektrischen Telegraphie später von so großer Bedeutung geworden ist, entdeckt worden —, praktisch brauchbare



Karl Friedrich Gauß
geb. 30. April 1777 in Braunschweig
gest. 23. Februar 1855 in Göttingen

Telegraphen ließen sich auf diesem Wege nicht schaffen. Dafür waren die erzeugbare Elektrizitätsmenge zu gering und die damals zur Verfügung stehenden Mittel zur Isolierung der Leitungen für die hohe Spannung der Reibungselektrizität nicht ausreichend.

Wir können daher alle Vorschläge, die auf Reibungselektrizität beruhen, hier außer Betracht lassen, obwohl ihre letzten geistvollen Ausläufer bis in den Anfang des vorigen Jahrhunderts reichen.

Erst als *Alessandro Volta* in Pavia die bekannten Froschschenkelversuche Galvanis richtig gedeutet und 1799 seine Voltasche Säule gebaut hatte, war ein Verfahren zur Erzeugung strömender Elektrizi

Digitized by Google

tät gefunden, das auch für die Entstehung der elektrischen Telegraphie neue Wege erschloß.

Carlisle und *Nicholson* in London entdeckten 1800 die Zerlegung des Wassers durch den Strom einer Voltasäule, der sich bald die Zerlegung vieler Salzlösungen durch andere Forscher anschloß. Auf diesen chemischen Wirkungen des Stromes beruhen die elektrochemischen Telegraphen.

1819 entdeckte *Hans Christian Oersted* in Kopenhagen die Ablenkung der Magnetnadel durch einen einfachen, vom elektrischen Strom durchflossenen Draht, der an der Nadel vorbeiführt. Professor *Schweigger* in Halle erkannte 1820, daß man eine stärkere Wirkung erhält, wenn man den Draht in einer Schleife um die Nadel herumführt, und *Poggendorff* in Berlin legte die Nadel, ebenfalls 1820, in das Innere einer aus vielen Windungen isolierten Drahtes gebildeten Spule, eine Einrichtung, die später allgemein die Bezeichnung „Multiplikator" erhalten hat.

Aus diesen Entdeckungen haben sich die Nadeltelegraphen entwickelt.

Ebenfalls im Jahre 1820 entdeckte *Ampère* in Paris die gegenseitige Beeinflussung beweglicher Stromleiter; er fand, daß gleichgerichtete Ströme sich anziehen, entgegengesetzt gerichtete einander abstoßen und daß stromdurchflossene Drahtspulen (Solenoide) sich wie Magnete verhalten. Auch auf diesen Wirkungen des Stromes beruhen verschiedene Telegraphensysteme.

Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung der elektrischen Telegraphie wurden die Erscheinungen des Elektromagnetismus, deren Entdeckung ebenfalls im denkwürdigen Jahre 1820 begann. *Arago* in Paris beobachtete 1820, daß unter der Einwirkung eines stromdurchflossenen Leiters eiserne Nadeln für die Dauer des Stromes vorübergehend, Stahlnadeln dagegen dauernd magnetisch wurden. Stärkere Wirkungen erzielten *Davy* in London und *Ampère*, wenn sie die Nadeln ins Innere einer Drahtspule brachten. *Sturgeon* in Woolwich machte 1825 diese Erscheinungen nutzbar für die Herstellung der ersten Elektromagnete, indem er mit Firnis überzogene Eisenstäbe von verschiedenen Formen spiralförmig mit blankem Draht umwickelte. 1828 verbesserte *Joseph Henry* in Albany N.Y. das Verfahren und die Wirkung dadurch, daß er nicht den Eisenstab, sondern den Draht isolierte, so daß er viele Windungen in mehreren Lagen aufwickeln konnte. Bei den gründlichen Untersuchungen über die Erzielung der besten Wirkungen seiner Elektromagnete für praktische Zwecke entdeckte Henry 1835 als erster auch das elektromagnetische Relais, ohne das heute die Telegraphie undenkbar wäre.

Digitized by Google

Die Kenntnis des Elektromagnetismus hat besonders die Herstellung der Zeiger-, Druck- und Schreibtelegraphen ermöglicht.

Von grundlegender Bedeutung für die Vorausberechnung der Wirkungen des Stromes in den Telegraphenapparaten und den sie verbindenden Leitungen war die Entdeckung des gesetzmäßigen Verhältnisses von Stromstärke zu Spannung und Widerstand durch *Simon Ohm* in Erlangen im Jahre 1826, das seinen mathematischen Ausdruck in dem nach ihm benannten Gesetz gefunden hat.

Wilhelm Weber

geb. 24. Oktober 1804 in Wittenberg

gest. 23. Juni 1891 in Göttingen

Schließlich fand *August Steinheil* in München im Jahre 1838 in Verbindung mit dem Betriebe seines schreibenden Induktionstelegraphen von neuem die in Vergessenheit geratene Tatsache, daß die Erde zur Rückleitung der Telegraphierströme benutzt werden kann.

Damit waren um das Ende des dritten Jahrzehnts des vorigen Jahrhunderts im wesentlichen die physikalischen Grundlagen für die Entwicklung aller Arten elektrischer Telegraphen gegeben, und man kann mit Genugtuung feststellen, daß die Gelehrten fast aller Kulturländer an der Auffindung dieser Errungenschaften beteiligt gewesen sind.

Digitized by Google

Das Verkehrsbedürfnis zur Einführung der elektrischen Telegraphie

Manch eine große Erfindung ist für ihre Zeit zu früh gekommen. Man darf wohl sagen, daß auch das dritte Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts für die elektrische Telegraphie noch nicht reif war. Das muß uns Menschen von heute auf den ersten Blick befremden, wird aber verständlich, wenn man sich die soziale und wirtschaftliche Struktur der Zeit vor hundert Jahren ins Gedächtnis zurückruft.

Der größte Umwälzer des gesamten Kultur- und Wirtschaftslebens im vorigen Jahrhundert, die Eisenbahn, begann gerade seinen Einzug in Deutschland zu vollziehen. Noch führte fast allein die Kraft des Windes die Schiffe über die Meere, und eine Fahrt über den atlantischen Ozean dauerte fünf bis sechs Wochen. Von einem Weltverkehr konnte somit keine Rede sein. Nicht einmal im Innern der rivalisierenden Kleinstaaten, aus denen unser Vaterland damals bestand, regte sich das Bedürfnis zu einem Schnellnachrichtenverkehr, dessen Tempo über die Leistungen der Eilpost wesentlich hinausging. Nur beim kriegerischen oder politischen Kampf der Völker war von jeher das Verlangen nach schnellster Beförderung von Nachrichten hervorgetreten. So hatten auch der Ausbruch der französischen Revolution und die als ihre Folge entstehenden Kämpfe die Franzosen zur Schaffung eines Schnellnachrichtenverkehrs gezwungen. Es entstand 1793 der optisch-mechanische Telegraph von Claude Chappe, der in seinen Abwandlungen bis in die 40er Jahre des vorigen Jahrhunderts das Feld beherrscht und den Verkehrsbedürfnissen auch genügt hat. Innerhalb Deutschlands wurde erst 1832 von Preußen nach einem verbesserten deutschen System eine 750 km lange optische Telegraphenlinie gebaut, ausgehend von der alten Sternwarte in Berlin über Dahlem, Potsdam, Magdeburg, Köln, Koblenz nach Trier. Sie enthielt 61 Stationen in 6 bis 15 km Abstand, diente aber ausschließlich militärischen, politischen und polizeilichen Zwecken. Die Geneigtheit Friedrich Wilhelms III., die optischen Telegraphen auch für private Mitteilungen bereitzustellen, scheiterte an der Unmöglichkeit, mehr als die Staatskorrespondenz zu bewältigen; beschränkte sich der Betrieb doch im Durchschnitt auf nur sechs Stunden am Tage.

Gegen Ende der vierziger Jahre war der elektrische Telegraph technisch soweit entwickelt, daß er mit dem optischen mit Aussicht auf Erfolg in Wettbewerb treten konnte. Zwei Umstände waren es vornehmlich, die in Deutschland den Übergang zu dem schnelleren elektrischen Telegraphen trotz immer noch bestehender Bedenken beschleunigten. Wiederum waren es politische Ereignisse, und zwar die politischen Kämpfe der Zeit um 1848, die zur Erhöhung der

Digitized by Google

Leistungsfähigkeit des Schnellnachrichtenverkehrs zwangen. Dazu kamen die sich immer vordringlicher meldenden Bedürfnisse des Eisenbahnbetriebs. Die elektrischen Telegraphen verschiedener Systeme kamen nun verhältnismäßig schnell zur Anwendung. Im Jahre 1848 wurde daher der Betrieb des optischen Telegraphen Berlin—Köln und 1853 auf der letzten Teilstrecke Köln—Koblenz ein-

Karl August Steinheil
geb. 12. Oktober 1801 in Rappoltsweiler i. Els.
gest. 12. September 1870 in München

gestellt. Im Jahre 1849 hatte schließlich Preußen als erste europäische Staatsverwaltung die ursprünglich überall geltend gemachten politischen Bedenken wegen der Staatsgefährlichkeit der Zulassung von Privatnachrichten zur telegraphischen Übermittlung überwunden und den öffentlichen Verkehr freigegeben. Dem guten Beispiel folgten bald auch die meisten anderen europäischen Staaten.

Es war also die Zeit um das Ende des vierten Jahrzehnts des vorigen Jahrhunderts, die man als den Beginn der praktischen elektrischen Telegraphie bezeichnen kann.

Digitized by Google

Die technischen Bedürfnisse der elektrischen Telegraphie

Die technischen Hilfsmittel, die in brauchbarem, betriebsfähig zu erhaltendem Zustande vorhanden sein müssen, wenn das Problem der elektrischen Telegraphie als vollständig gelöst angesehen werden soll, kann man in drei Gruppen einteilen: die Sende- und Empfangsapparate, die Leitungen und die Stromerzeuger. Die Sende- und Empfangsapparate sind naturgemäß in ihrer Einrichtung verschieden je nach den oben näher bezeichneten Eigenschaften der Elektrizität, die man für die Nachrichtenübertragung nutzbar machen will. Auch die Stromerzeuger müssen den einzelnen Lösungen mehr oder weniger genau angepaßt werden. Bei allen Anwendungsformen sind aber die Anforderungen an die Leitungen, die Gebe- und Empfangsstelle verbinden müssen, fast die gleichen. Betrachten wir daher zunächst, auf welche Weise und zu welcher Zeit es gelungen ist, für das gemeinsame Bedürfnis aller elektrischen Telegraphen, die Leitung, eine befriedigende Ausführungsform zu finden.

a) Die Leitungen. Solange das Grundgesetz von Ohm nicht zum Gemeingut aller Erfinder auf dem Gebiete der elektrischen Telegraphie geworden war, waren diese bei der Verwirklichung ihrer Gedanken mehr oder weniger auf Annahmen, auf empirische Versuche, auf Basteln angewiesen. Es ist aber erstaunlich, daß die Kenntnis gerade dieses wichtigen Gesetzes sich sehr langsam verbreitet hat und daß es für manche anspruchsvollen Pioniere noch zehn Jahre nach seiner Entstehung unbekanntes Land war. Auch Gelehrte von so tiefgründigem Wissen wie Gauß und Weber in Göttingen mußten die Eigenschaften und den Einfluß ihrer Telegraphenleitung auf die Wirkung der Apparate im Jahre ihrer Herstellung, 1833, zunächst noch selbst erforschen, bevor sie sich über alle Zusammenhänge im klaren waren. Auch Steinheil in München, der auf den Ergebnissen von Gauß und Weber weiterbaute, machte 1837 mit seiner Telegraphenleitung noch neue, für den Betrieb seines Apparates wichtige Erfahrungen.

Es gab noch kein Elektrolytkupfer. Man entbehrte damit der Möglichkeit, Kupferdrähte von bestimmter Zusammensetzung, Leitfähigkeit und mit bestimmten mechanischen Eigenschaften herzustellen. Mit Eisenleitungen war es nicht besser bestellt. Sie unterlagen auch stark der Zerstörung durch Rost. Die Feuerverzinkung, die einen gewissen Schutz bildet, wurde erst 1873 erfunden. Sogar eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung der Drahtenden bereitete lange große Schwierigkeiten. Noch größer waren die Schwierigkeiten, die blanken Leitungen an Stützpunkten so zu befestigen, daß Stromableitungen verhindert wurden. Von getränkten Filzunterlagen [illegible] zu den sogenannten Isolatoren über, die aus Holz, Glas, Ton,

Digitized by Google

Steinzeug und schließlich aus Porzellan hergestellt wurden. An der Auffindung der zweckmäßigsten Form dieser Isolatoren und an ihrer Befestigung an den Stützpunkten hat man in allen Ländern bis zum Ende der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts herumprobiert.

Ein Problem für sich bildete die Schaffung geeigneter Stützpunkte. Man hat neben Steinsäulen, eisernen Rohren und Profileisenstäben, lebenden Bäumen, schließlich allgemein hölzerne Stangen verwendet, die man aber erst vom Ende der 50er Jahre an durch Tränken mit fäulniswidrigen Mitteln vor schneller Zerstörung zu schützen verstand. Es ist daher nicht erstaunlich, daß man zuerst glaubte, nur isolierte, unterirdisch zu verlegende Leitungen brauchen zu können. Für deren Anfertigung verfügte man aber noch nicht über geeignete Isoliermittel. Alle mit Wachs, Schellacklösung, Asphalt, Teer, Pech, Kautschuk oder Marineleim getränkten Faserstoffe erwiesen sich, für sich allein, als unbrauchbar. Das Einbetten der so isolierten Drähte in Ton-, Glas- oder Eisenrohren oder ihre Umpressung mit Bleimänteln scheiterte indessen an der Unvollkommenheit der damaligen Verfahren. Eine betriebsichere Führung von Leitungen unter Wasser, auch auf kurzen Strecken, z. B. beim Durchschreiten von Flüssen, war erst möglich, als in der Guttapercha ein den hohen Sonderanforderungen voll genügender Isolierstoff gefunden war und als man gelernt hatte, ihn zweckentsprechend zu verarbeiten. Das war frühestens im Jahre 1846 erreicht.

Man erkennt aus diesen Feststellungen, daß das Problem der elektrischen Telegraphie, soweit dabei nur oberirdische Leitungen berücksichtigt werden, von 1833 ab, und wenn man auch die unterirdische oder Unterwasserführung mit in Betracht ziehen will, nicht vor 1846 in einer für die praktischen Bedürfnisse ausreichenden Weise gelöst werden konnte. Denn man kann eine Lösung nicht schon als vollbracht ansehen, wenn, wie es oft geschehen ist, die Apparate nur im Laboratorium, wie man sagt, auf kurzen Schluß ihre Probe bestanden hatten.

b) Die Stromquellen. Das über den Anteil der Leitungen am Gesamtproblem der elektrischen Telegraphie Gesagte gilt ähnlich auch für die Stromquellen. Auch sie dürfen als wesentliche Bestandteile bei der Erfindung eines elektrischen Telegraphen nicht unberücksichtigt bleiben. Das ist jedoch von manchem, der sich als Erfinder „auf der ganzen Linie" angesehen hat, nicht beachtet worden.

Die Elemente der Voltaschen Saule konnten wegen der durch die Polarisation bedingten Unbeständigkeit ihrer Spannung nicht voll befriedigen. Sogenannte konstante Elemente standen aber erst nach Daniells Entdeckung der Depolarisation von 1836 ab zu Gebote. Die Physiker haben daher die Entdeckung der elektromagnetischen In-

Digitized by Google

duktion durch Faraday (1831) sehr bald zur Herstellung beständiger maschineller Stromerzeuger benutzt. Vor 1834 konnten aber auch sie kaum ausreichend entwickelt sein.

Für die Verwendung galvanischer Batterien war auch die Frage der Parallel- oder Hintereinanderschaltung der einzelnen Zellen zu klären, da sich durch solche Maßnahmen der Wirkungsgrad der Apparate und die Bemessung der Elektromagnetspulen wesentlich beeinflussen läßt. Mit diesen Untersuchungen hat sich *Henry* in Albany N. Y. als erster 1831 beschäftigt.

c) Die Apparate. Da wir uns nur mit der frühen Kindheit, mit der „Wiege der elektrischen Telegraphie", beschäftigen wollen, haben wir bei Beschränkung auf die wirklich ausgeführten Apparate unser Augenmerk zu richten auf den elektrochemischen Telegraphen von *Soemmering* (1809), die Nadeltelegraphen von *Gauß* und *Weber* (1833), *Schilling von Cannstadt* (1833 bis 1835), *Steinheil* (1836), *Cooke* und *Wheatstone* (1837), die Anfänge der Zeigertelegraphen am Schluß der dreißiger Jahre und auf den elektromagnetischen Schreibtelegraphen von *Morse*, dessen Erfindung Morse selbst für das Jahr 1832 in Anspruch nimmt, der aber seine Probe im Betriebe erst viel später, im Jahre 1844, bestanden hat.

Der elektrochemische Apparat von Soemmering

Soemmerings Apparat hat für die Entstehung der elektrischen Telegraphie nur insofern Bedeutung, als er den ersten Versuch darstellt, mit der galvanischen Elektrizität Zeichen in die Ferne zu übertragen. Da der Versuch mit dem hergestellten Modell vollkommen gelang, hat der Apparat nicht nur unter den Zeitgenossen großes Aufsehen erregt, sondern auch die Wirkung gehabt, daß der in ihm verkörperte Entwicklungsgedanke nicht mehr zum Ruhen kam. *Samuel Thomas von Soemmering*, geb. 1755 in Thorn als Sohn eines Arztes, war wegen seiner hervorragenden Leistungen als Anatom und Physiologe und als vielseitiger Wissenschaftler 1805 in die Akademie der Wissenschaften in München berufen worden. Der große Nutzen, den *Napoleon I.* bei seinen Kämpfen gegen Österreich im Frühjahr 1809 aus der schnellen Übermittlung seiner Befehle durch den optischen Telegraphen von Chappe gezogen hatte, bildete den Anlaß, daß der bayerische Minister Graf *von Montgelas* im Sommer 1809 Soemmering beauftragte, Vorschläge für die Herstellung eines optischen Telegraphen in Bayern auszuarbeiten. Soemmering hielt aber den optischen Telegraphen durch die in der galvanischen Elektrizität erblickten Entwicklungsmöglichkeiten für überholt und richtete seine Erfindungsgabe sogleich auf die Nutzbarmachung der neuen Naturkraft. So kam er auf den Ge-

Digitized by Google

danken, die Zerlegung des Wassers in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zur Zeichenübertragung zu verwenden. Sein Empfangsapparat besteht aus einem Wassertrog mit Glaswänden, durch dessen Boden 35 vergoldete Stifte isoliert und in einer Reihe nebeneinander hindurchgeführt sind. Jeder Stift ist an seinem unteren Ende mit einem Leitungsdraht verbunden, der zum Gebeapparat führt. In diesem enden die 35 Leitungen an ebenso vielen nebeneinander angeordneten

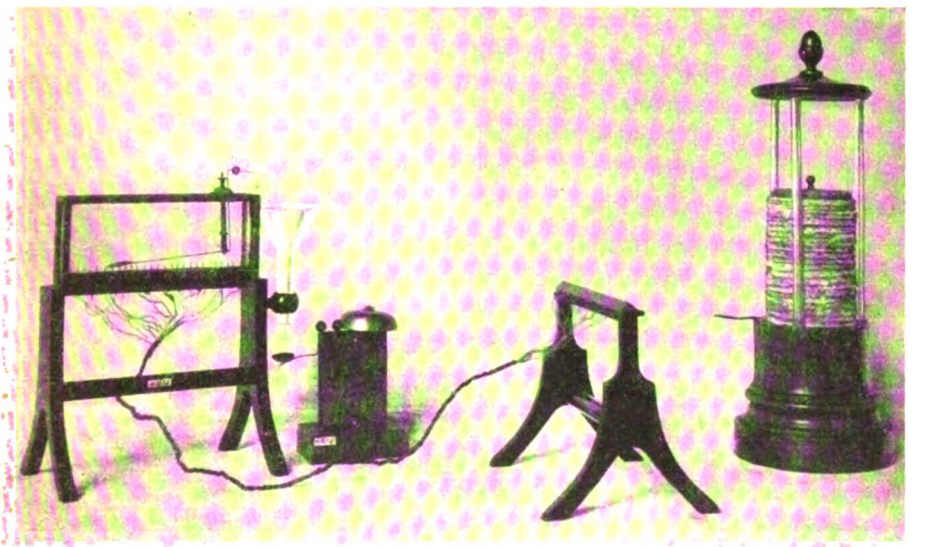


Abb. 1. Elektrochemischer Apparat von Soemmering, 1809

Rechts die Voltasche Säule, daran anschließend die Sendevorrichtung und links der elektrolytische Empfänger, oben mit dem durchsichtigen Wassertrog, und darin die Metallstifte für die Wasserzersetzung und den löffelartigen Hebel der Anrufvorrichtung

und voneinander isolierten Metallschienen. Verband man die Pole einer Voltaschen Säule mit zwei der Schienen des Gebers, so stiegen im Empfänger an den zugehörigen beiden Drahtspitzen Gasblasen auf, und zwar, entsprechend der Zusammensetzung des Wassers aus zwei Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff, an dem mit dem Minuspol verbundenen Draht doppelt so viel Wasserstoff wie über dem Pluspol Sauerstoff. Man konnte nun vereinbaren, daß der durch den Wasserstoff bezeichnete Buchstabe in der Zeichenübertragung jedesmal voranstehen sollte. Anfangs hatte Soemmering 35 Leitun-

Digitized by Google

gen, für 25 Buchstaben und 10 Ziffern, vorgesehen, später verzichtete er auf die Ziffern und kam dadurch mit 27 Leitungen aus, schließlich gelang es sogar, sie auf 7 zu vermindern. Auch eine Anrufvorrichtung wußte Soemmering mit Hilfe des Telegraphierstroms zu betätigen, indem durch Ansammeln von Wasserstoffbläschen unter einem im Wassertrog beweglich gelagerten Löffel dieser aus seiner Ruhelage gehoben wurde, wobei durch Abfallen einer Kugel ein Weckeruhrwerk außerhalb des Trogs ausgelöst wurde. Soemmering hat ferner als erster zum schnellen und bequemen Handhaben seines Gebeapparats ein Tastenwerk ersonnen, ein Gedanke, der bei vielen später erdachten Systemen immer wieder zur Geltung gekommen ist. Trotzdem hat der Apparat, schon der vielen Leitungen wegen, keine praktische Verwendung gefunden. Man stand wohl auch noch für längere Zeit zu sehr im Banne der den damaligen Bedürfnissen genügenden optischen Telegraphie. Napoleon I., dem Soemmerings Telegraph auch vorgeführt wurde, hat ihn mit der Bemerkung abgelehnt: C'est une idée germanique. Das Deutsche Museum in München, das einen Originalapparat von Soemmering zu seinen Schätzen zählt, hat diesem ältesten Zeugnis einer sich entwickelnden neuen Technik mit Recht einen Vorzugsplatz im Ehrensaal der Fernmeldetechnik eingeräumt. Abb. 1 zeigt eine Lichtbildaufnahme dieser Apparate.

Der Nadeltelegraph von Schilling von Cannstadt

Die nächste Anregung zur Entwicklung der elektrischen Telegraphie ging von Oersteds Entdeckung der Ablenkung der Magnetnadel durch den elektrischen Strom aus, deren Kenntnis sich 1820 schnell verbreitete. Ampère in Paris entwickelte alsbald vor der dortigen Akademie den Gedanken, die neu entdeckte Eigenschaft in Verbindung mit der von Schweigger gezeigten Multiplikatorwirkung zur Herstellung eines elektrischen Telegraphen zu benutzen, bemühte sich aber selbst nicht um dessen praktische Ausführung, die im übrigen an der großen Zahl der benötigten Leitungen zwischen Sender und Empfänger – 60 Drähte – gescheitert wäre. Ampères Gedanken nahm dem Prinzip nach, aber erst nach mehr als zehn Jahren, Baron *Schilling von Cannstadt* in St. Petersburg auf. Er baute etwa im Jahre 1833 – der genaue Zeitpunkt ist nicht bekannt – einen Telegraphen, der ein System von sechs je in einer Multiplikatorspule waagerecht schwingend aufgehängten leichten Magnetnadeln enthielt, jede in einem besonderen Stromkreise mit gemeinsamer Rückleitung. An dem Aufhängefaden jeder Magnetnadel war über der Spule eine auf beiden Seiten verschieden gefärbte leichte Papierscheibe befestigt, die dem Beschauer die eine oder die andere Seite zukehrte, wenn durch die Spulen verschieden gerichtete Ströme gesandt wurden. Durch Kom-

Digitized by Google

bination der verschiedenen Ausschläge der einzelnen Nadeln bildete Schilling sein Alphabet. Zur Entsendung der Stromkombination war eine Klaviatur von 16 Tasten vorgesehen. Mit einer besonderen Magnetnadel war auch eine durch einen Stromimpuls auslösbare Anrufvorrichtung verbunden.

Baron Schilling von Cannstadt war 1786 in Reval geboren als Sohn eines in russische Dienste getretenen Offiziers deutscher Herkunft. Er wurde für den Offizierberuf erzogen, ging aber bald in den diplomatischen Dienst über, der ihn zunächst nach München führte. Dort lernte er Soemmering kennen, zu dem er zeitlebens freundschaftliche Beziehungen aufrechterhielt. Diesem Verkehr entstammt auch Schillings lebhaftes Interesse für die elektrische Telegraphie. Schilling hat seinen Telegraphen, den er auch in der Ausführung mit 5 und 3 Magnetnadeln gebaut hat, dem Zaren *Nikolaus* vorgeführt. Im Jahre 1833 zeigte er ihn *Alexander von Humboldt* in Berlin und 1835 führte er ihn auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Bonn vor. Hier ließ sich Professor *Muncke* von der Universität in Heidelberg eine Nachbildung mit drei Magnetnadeln anfertigen, um sie in seinen Vorlesungen über Physik zu benutzen. Wir werden sehen, daß durch die Vorführung dieser Nachbildung im Jahre 1836 die Anregung zur Herstellung und Verwendung von Nadeltelegraphen für den Eisenbahndienst nach England gelangt und dort sogleich auf fruchtbaren Boden gefallen ist.

Auch in Rußland sollte Schillings Apparat zwischen Kronstadt und Peterhof erprobt werden, eine entsprechende Anordnung des Zaren vom 19. Mai 1837 an Schilling kam aber wegen des Ablebens von Schilling am 6. August 1837 nicht mehr zur Ausführung.

Schillings Telegraph war in seiner Grundlage richtig erdacht; er wäre auch bei der zuletzt geplanten Benutzung nur einer Magnetnadel brauchbar zu gestalten gewesen und hätte dann nur einer einzigen Hin- und Rückleitung bedurft; aber Schilling hat selbst der leichteren Darstellung der Zeichen durch Kombination mehrerer Nadeln, die aber entsprechend mehr Leitungen bedingten, den Vorzug gegeben, hat also den Anteil der Leitung am Gesamtproblem nicht richtig eingeschätzt. Seine Apparate waren auch in der mechanischen Durcharbeitung unvollkommen, namentlich bildete die waagerechte Aufhängung der Nadeln keine für den praktischen Gebrauch geeignete Ausführungsform. Eine praktische Verwendung hat der ursprüngliche Apparat daher nicht gefunden, Schilling gebührt aber zweifellos das Verdienst, einer brauchbaren Lösung ziemlich nahegekommen zu sein und schon dadurch auf andere befruchtend gewirkt zu haben.

Digitized by Google

Im Deutschen Museum in München und im Reichspostmuseum in Berlin sind Nachbildungen des Schillingschen Nadeltelegraphen ausgestellt, Abb. 2, die nach einer in Petersburg aufbewahrten Zeichnung in jüngerer Zeit hergestellt sind und von der primitiven Ausführung des Urstücks keine richtige Vorstellung geben.

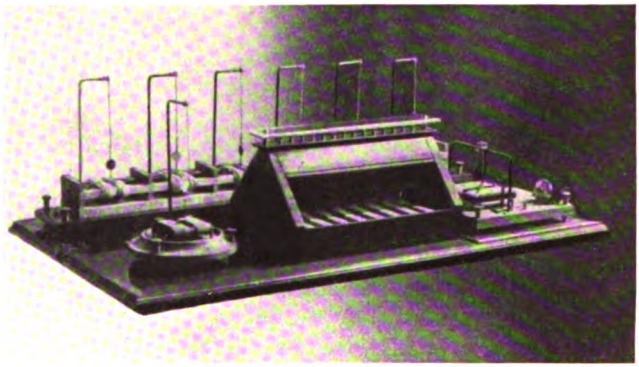


Abb. 2. Nadeltelegraph von Schilling von Cannstadt, 1833

Der Nadeltelegraph von Gauß und Weber

Göttingens berühmter Mathematiker und Astronom *Carl Friedrich Gauß* hatte sich auf Anregung Alexander von Humboldts gegen Ende der zwanziger Jahre des vorigen Jahrhunderts der Erforschung und Messung der Änderungen der erdmagnetischen Kräfte gewidmet und zu diesem Zweck sein Magnetometer entwickelt. Es enthielt einen schweren, waagerecht freischwingend aufgehängten Magnetstab von langer Schwingungsdauer. Gauß hat Stäbe verschiedener Größe bis zu einer Länge von 1,2 m und einem Gewicht von 12,5 kg verwendet. Die periodischen Schwingungen, in die der wechselnde Erdmagnetismus diese Magnetstäbe versetzt, versuchte Gauß nach ihrer Größe und Richtung mit größtmöglicher Genauigkeit zu erfassen. Er bediente sich für seine Beobachtungen des 1826 von Poggendorff angegebenen, sehr empfindlichen Verfahrens der Spiegelablesung mittels Fernrohr und Skala. An diesen Beobachtungen nahm der 1831 als Leiter des physikalischen Instituts der Universität nach Göttingen berufene ausgezeichnete junge Physiker *Wilhelm Weber* aus Halle regen Anteil. Gauß und Weber stellten zwecks gleichzeitiger Messungen an verschiedenen Stellen Magnetometer sowohl in der Sternwarte und in dem in deren Nähe 1834 eingerichteten magnetischen Observatorium

Digitized by Google

(für Gauß) als auch in dem damaligen physikalischen Institut (für Weber) auf, die in der Luftlinie etwa 1000 m voneinander entfernt lagen.

Um jene Zeit erregten auch die neuen Erscheinungen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre allgemein das Interesse der Physiker; man untersuchte mit Eifer die galvanischen, thermoelektrischen,

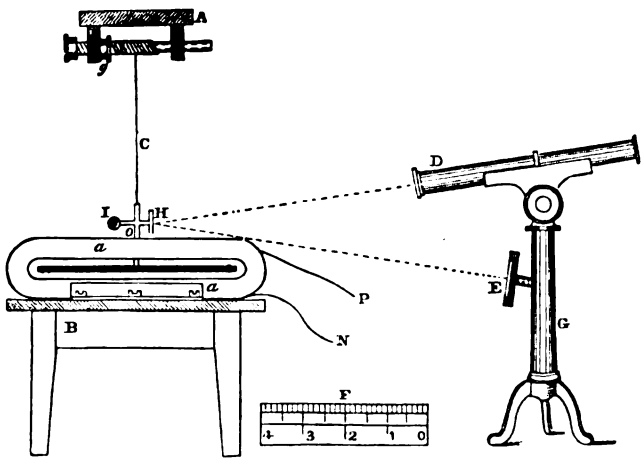


Abb. 3

Empfangsapparat des Telegraphen von Gauß und Weber

Im Innern der Multiplikatorspule *a*, die auf einem Tisch B ruht, hängt an einem Draht C der Magnetstab. Am Draht ist oberhalb der Spule ein kleiner Spiegel H befestigt, in dem sich bei richtiger Einstellung die Skala E des Fernrohres D so spiegelt, daß sie vom Beobachter im Fernrohr gesehen wird. Wenn der Magnetstab nach rechts oder links abgelenkt wird, wandert das Skalenbild im Fernrohr entsprechend um den doppelten Ausschlagwinkel nach links oder rechts.

magnetelektrischen Vorgänge, entbehrte aber noch der dafür geeigneten genauen Meßinstrumente; jeder half sich nach seiner Art. Es lag daher für Gauß und Weber nahe, die Magnetstäbe ihrer Magnetometer nach dem von Schweigger angegebenen Verfahren mit Multiplikatorspulen von entsprechender Größe zu umgeben und dadurch die Magnetometer zu hochempfindlichen Galvanometern auszugestalten, wie sie für elektrische Messungen gebraucht werden. Damit waren aber, gewissermaßen als Nebenerzeugnis, auch die technischen Mittel für die Herstellung eines elektrischen Nadeltelegraphen gewonnen. Denn nun ließen sich durch willkürlich mit Hilfe elektrischer Ströme

Digitized by Google

hervorgerufene Ausschläge der Magnetstäbe nach rechts oder links bequem Signalisierungen ermöglichen. Man brauchte sich nur über die Bedeutung der Kombinationen der Ausschläge zu einigen. Ein Schillingscher Nadeltelegraph, freilich in anderer Form, war neu erstanden; er bedurfte nur noch der die einzelnen Beobachtungsstellen untereinander verbindenden Leitungen. Es ist das historisch und entwicklungstechnisch wichtige Verdienst von Wilhelm Weber, zu diesem

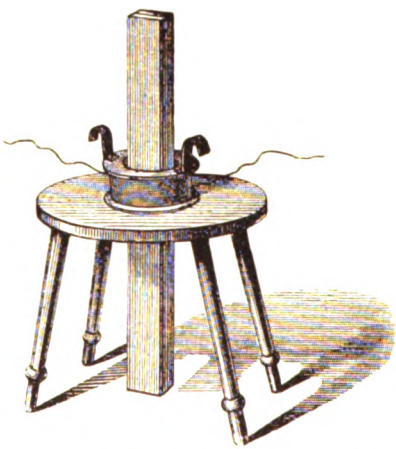


Abb. 4
Induktionsspule des Apparates von Gauß und Weber

Ein kraftiger Stabmagnet ist in einem Schemel senkrecht aufgestellt, über den eine zylindrische Drahtspule lose gestülpt ist; sie ruht auf dem Schemel, kann aber mittels zweier Griffe auf dem Magnetstab auf- und wieder abwärts bewegt, über dem oberen Ende des Magneten auch umgekehrt werden. Bei den Auf- und Abwärtsbewegungen der Spule entstehen in ihr durch Magnetinduktion kurze Stromstöße entgegengesetzter Richtung. Die Enden der Induktionsspule werden mit den Zuführungen der Multiplikatorspule verbunden, also im Falle der Fernbeobachtung mit der Außenleitung nach der nächsten Station.

Zweck die erste oberirdische Telegraphenleitung über die Dächer und Türme der Stadt angelegt zu haben. Sie war teilweise aus dünnem blanken Kupferdraht, teilweise aus 2 bis 3 mm starkem Eisendraht hergestellt und hat von 1833 bis zum Abschluß der Arbeiten der beiden Gelehrten im Jahre 1838 ihre Aufgabe in laufender Benutzung voll erfüllt; erst im Winter 1845 ist sie einem besonders heftigen Blitzschlag zum Opfer gefallen.

Die Signalisierungen dienten Gauß und Weber anfangs zur Mitteilung der Zeiten für die gemeinsamen Beobachtungen und der genauen Einstellung der benutzten astronomischen Uhren. Sehr bald

Digitized by Google

entstand aber mit zunehmender Gewandtheit im Geben und Lesen der Zeichen ein regelrechter Nachrichtenaustausch zwischen den beiden Gelehrten, die sich auch freundschaftlich sehr nahestanden. Schon zu Ostern 1833 begrüßten sie sich mittels des gerade fertiggestellten Verkehrsmittels, und es kursiert noch heute die Anekdote, daß das erste Telegramm gelautet habe: „Michelmann kommt". Michelmann war der treue Institutsdiener und Gehilfe von Weber, der bis dahin alle Mitteilungen über Beobachtungen usw. als eilender Bote dem Herrn Hofrat in der Sternwarte zu überbringen hatte und nun eine Erlösung von zeitraubender, unproduktiver Arbeit erfuhr.

Als Stromquelle benutzten Gauß und Weber zunächst ein einziges Voltaelement, das bei der großen Empfindlichkeit der Galvanometer an sich ausreichte, dessen Spannung aber recht unkonstant war. Sie wußten sich jedoch bald zu helfen. Schon 1834 stellte Gauß unter Nutzbarmachung von Faradays neuester Entdeckung der magnetelektrischen Induktion einen einfachen Apparat zur Erzeugung von Induktionsströmen her, der sich infolge seiner Eigenschaft, kurze kräftige Stromstöße wechselnder Richtung, aber stets gleichbleibender Stärke zu geben, vorzüglich bewährte. In einem noch vorhandenen Brief, den der berühmte Astronom Hansteen aus Christiania nach einem Besuch bei Gauß an Faraday in London geschrieben hat, ist die Bemerkung enthalten: „Gauß war der erste, der Ihre (Faradays) Entdeckung zum Geben telegraphischer Zeichen von der Sternwarte nach dem Physikalischen Institut in Göttingen benutzt hat."

Die Abb. 3 und 4 veranschaulichen die Apparate in schematischer Weise.

Abb. 5 zeigt die Apparate, wie sie sich in erhaltengebliebenen, in Göttingen aufbewahrten Originalen in Wirklichkeit dargestellt haben. Am rechtsstehenden Geber erkennt man einen zweiarmigen, in seinem Mittelpunkt um eine waagerechte Achse beweglich gelagerten Hebel, dessen linker Arm die Induktionsspule und dessen rechter Arm ein Gegengewicht trägt. Mit dem rechten Arm ist noch ein Stromwender mit zwei kugelförmigen Griffen verbunden. Indem man diese mit beiden Händen erfaßt, kann man den rechten Hebelarm auf- und ab bewegen wie eine große Morsetaste und, indem man dabei gleichzeitig die rechte oder linke Kugel stärker herunterdrückt, gewünschte Stromwendungen hervorrufen. Mit dieser Sendeeinrichtung und mit Hilfe einer später im Empfänger noch hinzugefügten, ebenfalls von Gauß erdachten Dämpfung des Magnetstabes (kurzgeschlossene Dämpfungsspule oder geschlossener Kupferkasten) ließen sich trotz des großen Gewichts der Magnetstabe die Zeichen so schnell geben, daß bis zu 9 Buchstaben in der Minute übertragen werden konnten.

Digitized by Google

Die Buchstaben und Ziffern wurden durch Kombinationen von Rechts- und Linksablenkungen gebildet.

Weber schuf auch eine einfache Anrufeinrichtung. Er brachte seitlich neben dem Ende des Magnetstabes des Empfangsapparates den Auslösehebel für ein mechanisches Klingelwerk an. Gegen diesen Hebel stieß der Magnetstab, wenn er durch mehrere annähernd im Zeitmaß seiner Eigenschwingung wiederholte, vom fernen Ende ge-

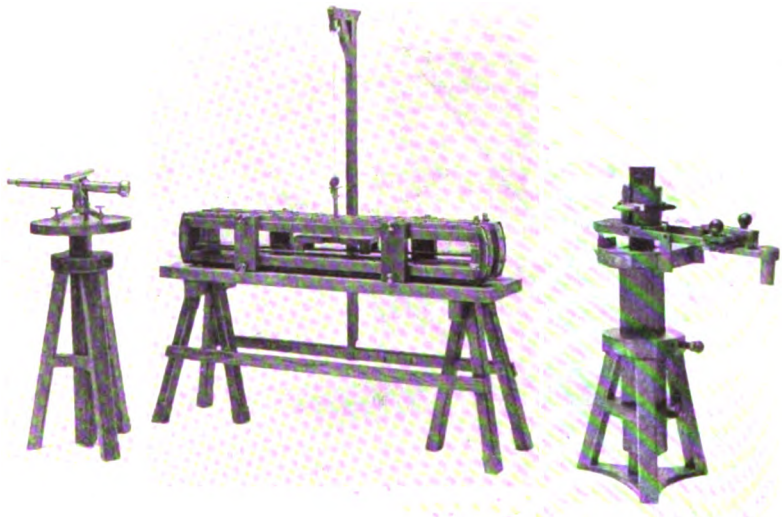


Abb. 5. Originalapparate von Gauß und Weber, 1833/34

sandte Stromimpulse gleicher Richtung zu weiterem Ausschwingen gebracht wurde.

Zwar hatten Gauß und Weber ihren Telegraphen zu wissenschaftlichen Zwecken gebaut, sie sind sich aber der Möglichkeit, den darin verkörperten Gedanken auch für die Nachrichtenübertragung im großen nutzbar zu machen, von Anfang an durchaus bewußt gewesen. Ihr eigener Verkehr beweist das schon; aber auch ihre Veröffentlichungen und Briefe schon aus den Jahren 1833 und 1834 enthalten darüber zahlreiche Belege. Der Mangel an Platz gestattet es leider nicht, auch nur Auszüge aus diesen historisch so wertvollen Urkunden hier wiederzugeben.

Digitized by Google

Wenn Gauß und Weber so vielversprechende Möglichkeiten über ihre eigenen Bedürfnisse hinaus nicht ausgenutzt haben, lag das in Hemmungen begründet, die man aber keineswegs als Zeichen ihres Nichtkönnens auslegen darf. Ihre ganze Tätigkeit war der reinen Wissenschaft und ihrer Lehre gewidmet, auch waren ihre finanziellen und technischen Mittel so knapp bemessen, daß sie Aufgaben mehr praktischer Natur nicht bearbeiten konnten. Sie haben daher ihre Erkenntnisse und Erfahrungen neidlos anderen überlassen und diese zu ihrer Ausnutzung geradezu aufgefordert. Zu diesen gehörte auch der berühmte Gelehrte und geschickte Hersteller optischer und astronomischer Instrumente *Steinheil* in München, dessen Leistungen Gauß sehr schätzte, mit dem er in Briefwechsel stand und der Gauß noch im Herbst 1835 in Göttingen besucht hatte. Diesen wissenschaftlich hochgebildeten und als Inhaber bester mechanischer Werkstätten besonders berufenen Mann veranlaßte Gauß, seinen Telegraphenapparat in eine für die besonderen Bedürfnisse des größeren Nachrichtenverkehrs geeignetere Form zu bringen. Inwieweit er dabei selbst bestimmte Vorschläge gemacht hat, ist nicht bekannt, doch war sich Gauß nach seinen eigenen Erklärungen über die notwendigen Änderungen durchaus im klaren. Es mußten Einrichtungen geschaffen werden, daß die übermittelten Zeichen auch dem Ohre vernehmbar gemacht und daß sie mit bleibender Schrift irgendwie aufgezeichnet wurden. Ferner mußte der ganze Apparat handlicher und leichter gestaltet werden.

Der schreibende Nadeltelegraph von Steinheil

Karl August Steinheil, geboren 1801 zu Rappoltsweiler im Elsaß, war seit 1827 Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München und Professor der Mathematik und Physik an der Universität in München, war also mit allem geistigen Rüstzeug zur Umgestaltung des Gauß-Weberschen Telegraphenapparats wohl ausgestattet. Er machte sich schnell an die Arbeit und konnte Gauß bereits am 10. Februar 1836 mitteilen, daß er einen Apparat im kleinen zustandegebracht hätte, der zur Erläuterung der Sache diene, für den hohe Herrschaften sich sehr interessierten. Am 29. April 1836 beantragte Steinheil durch seine vorgesetzte Behörde beim König, die Anlage eines elektrischen Telegraphen nach seinem System vom Physikalischen Staatskabinett in der Neuhauser Straße nach der Sternwarte in Bogenhausen (5 km) zur Erprobung zu genehmigen und 800 Gulden dafür zu bewilligen. Der Antrag wurde am 25. Mai 1836 genehmigt. Schon am 18. Juni 1836 schrieb Steinheil an Gauß, daß mit der Legung der Leitungen für den Telegraphen nach Bogenhausen begonnen worden sei. Aber erst am 6. September 1837 war die Anlage

Digitized by Google

mit allem Zubehör fertiggestellt. Die anfangs geplante Verlegung der Leitungen unter der Erde ergab nicht genügende Isolation. Die beiden Drähte wurden daher wie in Göttingen teils über hohe Gebäude und Kirchen hinweg, teils auf hohen Holzmasten geführt, die in Abständen bis zu 350 m in den Straßen aufgestellt waren.

Steinheil hat Empfänger und Sender seines Telegraphen in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Abb. 6 zeigt das Oberteil des Originalapparates im Deutschen Museum. Statt des schweren Stabmagneten, der in dem Gaußschen Apparat wegen seiner Hauptverwendung für magnetische Messungen eine möglichst lange Schwingungsdauer aufweisen mußte, benutzte er leicht bewegliche kleine Stäbchen von 6 cm Länge, 1 cm Breite und 0,5 cm Dicke. Da ein solches Stäbchen beim Ausschlagen bald nach rechts, bald nach links

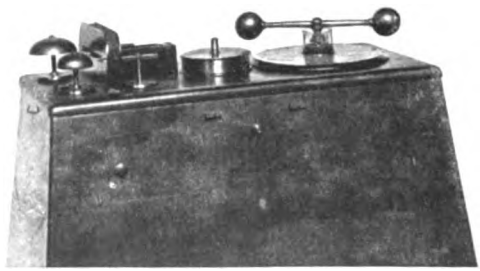


Abb. 6
Schreibender Nadeltelegraph von Steinheil 1836/37

zum Aufschreiben der Ablenkungen nicht geeignet war, verwendete Steinheil deren zwei, die beide, das eine in der Verlängerung des anderen, innerhalb derselben Multiplikatorspule auf Spitzen gelagert sind (M_1 und M_2 in Abb. 7). An ihren einander zugekehrten Enden sind gekrümmte Füllfedern angeschraubt, die beim Ausschlagen der Stäbchen aus dem Raum der Multiplikatorspule heraustreten. Durch Anschläge A_1 und A_2, gegen die sich die Stäbchen mit ihren äußeren Enden legen, und durch entsprechende Polarisierung dieser Außenpole mit Hilfe von zwei neben ihnen angebrachten Dauermagneten m_1 und m_2 wird erreicht, daß, wenn ein Strom den Multiplikator durchfließt, immer nur eins der beiden Stäbchen aus seiner Ruhelage gebracht wird, und zwar das eine bei einem positiven, das andere bei einem negativen Stromstoß. Vor den Schreibspitzen der Füllfedern wird durch ein Uhrwerk ein Papierstreifen gleichmäßig vorbeigezogen, auf dem die Federn beim jedesmaligen Ausschlagen der

Digitized by Google

Magnetnadeln einen farbigen Punkt aufzeichnen. So entsteht eine Punktschrift in zwei parallelen Zeilen. Aus Kombinationen dieser Punkte und ihrer Lage in der einen oder anderen Zeile ist das Steinheilsche Alphabet gebildet, Abb. 8.

Die Möglichkeit des hörbaren Anrufs und des Hörempfangs der Zeichen erreichte Steinheil dadurch, daß er in einer zweiten, mit der ersten hintereinander geschalteten Multiplikatorspule einen etwas längeren Magnetstab unterbrachte, dessen eines Ende rechts und links

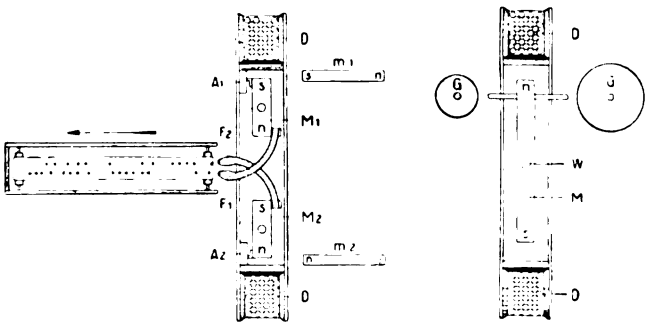


Abb. 7. Vorrichtung des Steinheilschen Telegraphen für Schreib- und Hörempfang

Abb. 8. Schrift des Steinheilschen Telegraphen

je einen Stift trägt, der je nach dem Ausschlag des Stabes gegen eine von zwei verschieden abgestimmten Glocken schlägt, G G in Abb. 7.

Als Stromerzeuger bediente Steinheil sich eines kräftigen Magnetinduktors in der von Clarke angegebenen Anordnung, bei der die Magnete feststehen und die Ankerwindungen vor den Magnetpolen gedreht werden. Die Welle, an der die Ankerwindungen im Innern des Apparatgehäuses befestigt sind, ragt aus dem Apparattisch heraus und ist an ihrem Ende mit einem zweiarmigen, in Kugeln auslaufenden Balancier verbunden (Abb. 6). An der Welle ist auch ein Stromwender angebracht, der so eingerichtet ist, daß beim Drehen der Welle

Digitized by Google

mit Hilfe des Balanciers um 180° je nach der Drehrichtung ein positiver oder ein negativer Stromstoß entsandt wird.

Als Telegraphiergeschwindigkeit erreichte Steinheil bei Hörempfang 8 Worte von durchschnittlich 7 Buchstaben in der Minute, bei Schreibempfang noch etwas mehr. Der Apparat war also für die damalige Zeit recht leistungsfähig und vor allem betriebssicher.

König *Ludwig I.*, der sich für den Telegraphen sehr interessierte, ließ sich ihn am 27. Januar 1838 vorführen und sprach Steinheil seine höchste Anerkennung aus. Er soll dabei scherzhaft gesagt haben: „Seien Sie froh, daß Sie nicht vor 200 Jahren gelebt haben, da hätte man Sie als Hexenmeister verbrannt."

Steinheil erblickte die Zukunft des elektrischen Telegraphen in einer engen, auch räumlichen Verbindung mit der im Entstehen begriffenen Eisenbahn. Dabei hoffte er, u. a. auch die Schienen für die Hin- und Rückleitung des Stromes benutzen zu können, wollte sich darüber aber zunächst durch eigene Versuche an der im Betriebe befindlichen ersten Dampfbahn zwischen Nürnberg und Fürth überzeugen. Die Versuche hatten das unerwartete Ergebnis, daß die Schienen nicht genügend isoliert gehalten werden konnten, führten aber zu der Wiederentdeckung der Leitfähigkeit des Erdreichs — sie war schon viel früher mehrmals beobachtet, aber für praktische Zwecke nicht ausgenutzt worden —. Nunmehr konnte das Erdreich zur Rückleitung des Telegraphierstromes benutzt und dadurch der Kostenaufwand für die Leitungsanlage auf die Hälfte vermindert, ihre Betriebssicherheit aber verdoppelt werden. Die Einführung der elektrischen Telegraphie empfing damit ihren wichtigsten Antrieb. Steinheil hat aus seiner Entdeckung für sich keine materiellen Vorteile gezogen, veröffentlichte sie vielmehr sogleich in einer als Dokument für die Geschichte der Telegraphie ewig denkwürdig bleibenden Abhandlung vom 22. Juli 1838.

Trotz der großen Verbesserungen an Apparaten, Stromquellen und Leitungen war die Zeit in Deutschland für einen Telegraphenverkehr in größerem Ausmaße um 1838 noch nicht gekommen. Steinheils Telegraph ist praktisch kaum verwendet worden. Steinheil hat sich zwar noch weiter mit gutem Erfolge um Verbesserungen des elektrischen Telegraphen bemüht, ist aber aktiv auf diesem Gebiet erst im Jahre 1849 wieder hervorgetreten, als die Gestaltung der politischen Verhältnisse in Bayern die Regierung zur Einrichtung von Telegraphen zwang. Zu dieser Zeit waren indessen schon an anderen Stellen leistungsfähigere Telegraphensysteme entwickelt, deren Überlegenheit Steinheil selbst rückhaltlos anerkannt hat. Auf Steinheils Grabstein in München stehen die inhaltsreichen Worte: „Dedit alas cogitatis". Das Fliegen haben die Gedanken erst in England und Amerika gelernt.

Digitized by Google

Die elektrische Telegraphie in Preußen

In Preußen war die optische Telegraphie erst im Jahre 1832 mit einem recht erheblichen Kostenaufwand eingeführt und für ihren Betrieb war eine besondere Behörde geschaffen worden, die dem Kriegsminister und im besonderen dem Chef des Generalstabs der Armee unterstellt war. Leiter der Militärtelegraphie war der Major im Generalstab *O'Etzel,* ein mit den Naturwissenschaften wohl vertrauter und technisch besonders begabter Mann, der die Entwicklung der elektrischen Telegraphie mit besonderem Interesse verfolgte und von Anbeginn bemüht war, ihre Vorteile dem Staate zugute kommen zu lassen. Er hat auch selbst in den Jahren 1837/38 einen elektromagnetischen Telegraphen gebaut, den er für vollkommen betriebssicher ansah, erblickte aber die eigentliche Schwierigkeit darin, auf größere Entfernungen die blanken Leitungen mit genügender Isolation durch die Luft zu führen. In einem Bericht vom 13. Mai 1838 beantragte er daher, eine Versuchsanlage von 2 Meilen mit isolierten Leitungen herstellen zu lassen. Der Antrag wurde auch der höchsten wissenschaftlichen Autorität des damaligen Preußen, Alexander von Humboldt, zur gutachtlichen Äußerung vorgelegt. Dieser billigte die Ansichten O'Etzels, empfahl, ihn zur Einziehung von Erkundigungen zu Steinheil und Gauß zu schicken und machte im übrigen die Bemerkung: „Der Preußische Staat muß alles haben, was auf Intelligenz gegründet ist", womit im Zusammenhang seiner Ausführungen gemeint war, man sollte nicht so kleinlich sein, die Klärung einer so wichtigen Frage am Gelde scheitern zu lassen. Aber sie scheiterte dennoch daran. Im Herbst 1840 ließ sich König *Friedrich Wilhelm IV.* den O'Etzelschen Telegraphen vorführen und ordnete auf Grund des guten Ergebnisses am 11. Februar 1841 die Errichtung einer Versuchslinie an der Eisenbahn Berlin-Potsdam an. Auch dieser Versuch kam nicht zustande, weil O'Etzel, stutzig geworden durch die schlechten Erfahrungen, die inzwischen Wheatstone in England mit oberirdischen Leitungen gemacht hatte, nun die unterirdische Verlegung der Leitungen nach englischem Vorbilde in eisernen Rohren für unumgänglich notwendig bezeichnete; und das scheiterte wiederum am Kostenpunkt.

So ruhte die Einführung der elektrischen Telegraphie, wie in Bayern, auch in Preußen, bis die politischen Nöte des Staates um die Zeit von 1848 zu energischerem Vorgehen den Anstoß gaben. Obwohl die Akten über die Leistungen des O'Etzelschen Apparates durchweg günstig berichten, sind merkwürdigerweise über seine technische Einrichtung Unterlagen bis heute nicht mehr aufzufinden gewesen.

Digitized by Google

Die Nadel- und Zeigertelegraphen von Cooke und Wheatstone in England

Am 6. März 1836 hatte ein an der Universität in Heidelberg mit der Anfertigung anatomischer Präparate aus Wachs beschäftigter junger Engländer, *William Fothergill Cooke*, bei dem Professor der Physik Muncke die Nachbildung des Nadeltelegraphen von Schilling von Cannstadt gesehen und dabei sogleich mit klarem Blick die Zweckmäßigkeit des elektrischen Telegraphen für den Eisenbahnverkehr, der damals in England im Entstehen war, erkannt. Er ließ sich daher ungesäumt eine weitere Nachbildung des Schillingschen Apparates anfertigen und begab sich damit nach seiner Heimat, wo er von Anfang März 1837 ab mit dem auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre anerkannten Professor *Charles Wheatstone* an der Verbesserung und Anpassung des Apparats an die Bedürfnisse des Eisenbahnbetriebes arbeitete. Am 25. Juli 1837 wurde der Apparat zum ersten Male an der Bahn von London nach Birmingham erprobt, 12 Tage vor dem Tode seines eigentlichen Erfinders Schilling von Cannstadt. Der Versuch gelang und hat dadurch den Anstoß zur Einführung der elektrischen Telegraphie in England gegeben.

Am 12. Dezember 1837 meldeten Cooke und Wheatstone, die für die Anfertigung elektrischer Telegraphen einen Gesellschaftsvertrag geschlossen hatten, ein Patent an betreffend „Verbesserungen beim Erzeugen von Zeichen und Anrufen an entfernten Stellen mittels über metallische Leitungen gesandter elektrischer Ströme". Der Apparat entsprach im Prinzip dem Nadeltelegraphen von Schilling von Cannstadt, doch waren die Magnetnadeln — zunächst wurden fünf benutzt — senkrecht angeordnet. Der Wortlaut der Patentanmeldung, die nur von Verbesserungen spricht, und die eigenen Erklärungen von Cooke und Wheatstone lassen keinen Zweifel offen, daß sie den Apparat an sich nicht als eigene Erfindung betrachtet haben, doch haben englische Fachschriftsteller in Unkenntnis des wahren Zusammenhangs ihnen die Erfindung zugeschrieben.

Der Fünfnadeltelegraph hat sich im Betriebe nicht bewährt und wurde bald durch Zwei- und Einnadelapparate ersetzt. In dieser Ausführung führten sich die Nadeltelegraphen in England schnell ein und haben sich dort bis in das sechste Jahrzehnt behauptet, als man in anderen Ländern schon längst zu leistungsfähigeren Systemen übergegangen war.

Abb. 9 zeigt eine Lichtbildaufnahme des Ein-, Zwei- und Fünfnadelapparats aus der Sammlung des Reichspostmuseums.

Fast gleichzeitig mit der Herstellung der Nadeltelegraphen haben Cooke und Wheatstone auch Zeigertelegraphen gebaut, in denen ein über einem Buchstabenblatt sich drehender Zeiger durch den Tele-

Digitized by Google

graphierstrom auf dem zu übertragenden Buchstaben oder Zeichen festgehalten wird. Die Zeigertelegraphen haben sich indessen in England wegen nicht genügender Betriebssicherheit nicht einzubürgern vermocht, beschäftigten dagegen vom Anfang der vierziger Jahre an die Erfinder fast aller Länder auf dem europäischen Kontinent. 1843 fand Wheatstones Zeigertelegraph in Deutschland seine erste Anwendung bei der Rheinischen Eisenbahn von Aachen nach Ronheide. 1846 baute auch der Artillerieleutnant Werner Siemens einen Zeigertelegraphen, bei dem zur Fortschaltung des Zeigers zum

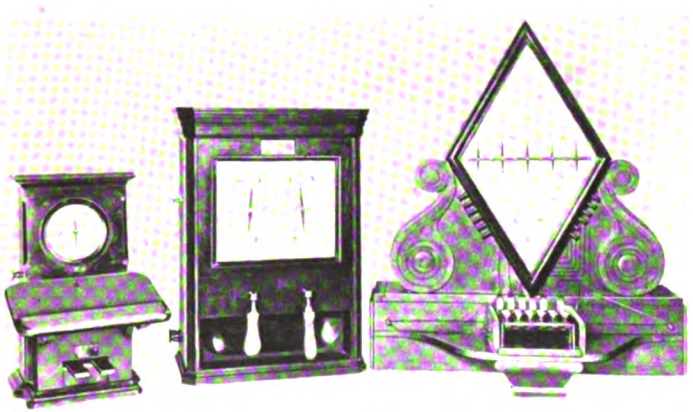


Abb. 9
Ein-, Zwei- und Fünfnadelapparat von Cooke und Wheatstone, 1837/38

ersten Male das Prinzip der elektromagnetischen Selbstunterbrechung angewandt wurde. Der Apparat ist von 1849 bis 1852 von der preußischen Telegraphenverwaltung und noch länger bei vielen deutschen Eisenbahnen benutzt worden. In der gleichen Zeit wurden in Deutschland auch Zeigertelegraphen anderer Bauart von Fardely, Leonhardt, Stöhrer, Kramer u. a. viel verwandt.

Der schreibende elektromagnetische Telegraph von Morse

Die Entstehung des Telegraphensystems von Morse stellt sich schon im Urteil seiner Zeitgenossen als eine so weitgehende Verquickung von Wahrheit und Dichtung dar, daß noch nicht 10 Jahre nach seiner Einführung in den Betrieb selbst hohe Gerichte in den Vereinigten Staaten aus den widersprechendsten Aussagen zahlreicher Zeugen und

Digitized by Google

Sachverständiger keine Entscheidung mehr finden konnten, die überzeugend wirkt. Tatsache ist, daß das Telegraphensystem, das Morses Namen trägt, sich von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an wegen seiner Einfachheit, leichten Handhabung, hohen Leistung und Betriebssicherheit schnell die Welt erobert hat und daß es auch heute noch ein wichtiges Gerät des Telegraphendienstes ist. Aber damit braucht nicht zugegeben zu werden, daß das Morsesystem im Geiste

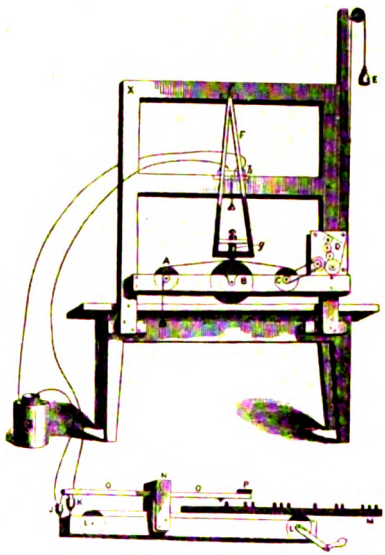


Abb. 10. Erstes Modell des Morseschreibers, 1837

M = Elektromagnet, F beweglicher Schreibhebel, G der Schreibstift. Das Uhrwerk D dreht die Trommel C, die den Papierstreifen von der Trommel A über B nach C laufen läßt. O ist der in N drehbar gelagerte Hebel der Sendevorrichtung. Wenn die Typenschiene M unter dem rechten Arm des Hebels O vorbeigezogen wird, taucht sein linkes Ende entsprechend den von den Typenspitzen herbeigeführten Auf- und Abwärtsbewegungen in die mit Quecksilber gefüllten kleinen Becher I K und führt dadurch die Stromschließungen herbei

seines Erfinders auf der Überfahrt von Frankreich nach Amerika im Jahre 1832 als plötzliche fertige Eingebung von solcher Klarheit entstanden sei, daß von diesem Zeitpunkt seine Erfindung und die daraus hergeleiteten weitgehenden Ansprüche gerechnet werden müssen.

Samuel Finley Breese Morse, geboren 1791 als Sohn eines Geistlichen zu Charleston, Mass., erhielt eine gute Bildung, zu der auch die noch recht bescheidenen Kenntnisse der Elektrizität aus der Zeit um 1810 gehörten. Er widmete sich der Malerei und hielt sich zur Vervollkommnung in dieser Kunst von 1811 bis 1815 und von 1828 bis 1832 in Europa auf. Auf der Rückreise im Oktober 1832 will Morse aus der Unterhaltung mit einem wissenschaftlich gut gebildeten Reisegefährten, Dr. *Jackson* aus Boston, über die neuen Erscheinungen auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre den Gedanken geschöpft haben, mit

Digitized by Google

Hilfe dieser neuen Naturkraft lesbar geschriebene Zeichen auf beliebige Entfernungen zu übertragen. Er dachte, die abwechselnde elektromagnetische Anziehung und Freigebung eines Hebels zu benutzen, um auf einem durch ein Uhrwerk bewegten Papierstreifen sichtbare Zeichen hervorzubringen. Die Zeichen glaubte er durch Gruppen von Punkten mit Zwischenräumen darstellen zu können. Die Punkte wollte er nicht durch Schließen und Öffnen des Stromes von Hand, sondern durch eine mechanisch wirkende Einrichtung erzielen, in der entsprechend gezahnte Typen, wenn sie durch eine Kontaktvorrichtung gezogen werden, die Stromgebungen hervorbringen.

Abgesehen von der Herstellung einer Anzahl dieser Typen hat Morse nach seiner Rückkehr nichts zur Verwirklichung seiner Gedanken unternommen. Erst 1835 will er ein rohes Modell angefertigt haben, das die aus Abb. 10 ersichtliche Einrichtung gehabt hat.

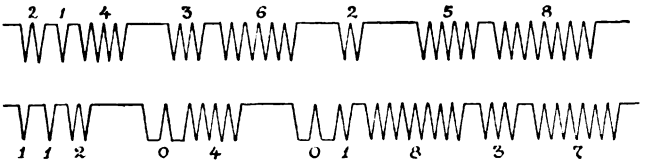


Abb. 11. Erste Schrift des Morseschreibers

Die auf diese Weise entstehende Schrift hat die aus Abb. 11 ersichtliche Form.

Es ist zweifelhaft, ob dieses recht unvollkommene Modell wirklich schon 1835 entstanden ist, denn bis zum Sommer 1837 hat Morse die Sache wieder ruhen lassen. Am 15. April 1837 veröffentlichte er aber seine Erfindung im New York Observer und bemühte sich nun, sein Apparatmodell soweit zu verbessern, daß er es öffentlich vorführen konnte. Diese Vorführung fand am 4. September 1837 in der Universität New York über im Innern des Saales gezogene Kupferleitungen statt mit dem Ergebnis, daß weitere Verbesserungen als unbedingt notwendig erkannt wurden. Als fast zur gleichen Zeit in einer New Yorker Zeitung eine Nachricht über Steinheils Schreibtelegraphen, der im Juni 1837 betriebsfahig fertiggestellt war, gebracht wurde, wiesen die amerikanischen Zeitungen sogleich darauf hin, daß Morse seinen Schreibtelegraphen schon 1832 erfunden habe. Diese wohl nicht ohne Morses Zutun entstandene Auffassung hat er seitdem mit größter Beharrlichkeit verfochten und auch vor den amerikanischen Gerichten zur Anerkennung zu bringen gewußt. Daß sie nicht zu Recht besteht, kann, betrachtet vom Standpunkt, den man heute zu solchen

Digitized by Google

Prioritätsfragen einnimmt, kaum zweifelhaft sein. So unbestimmte Vorstellungen, wie sie sich Morse auf der Seefahrt gemacht hat, für die die richtige Kenntnis des Fachmannes gefehlt hat und die sich von ihrem Urheber in fünf Jahren nicht in brauchbaren Ausführungsformen verkörpern ließen, kann man nicht schon als umfassende Erfindung ansehen. Man kommt Morses Ansprüchen schon sehr weit entgegen, wenn man den Zeitpunkt seiner Erfindung von der Vorführung des Apparats im September 1837 rechnet, obwohl dieser mit dem Telegraphensystem, das erst 1844 die erste Probe seiner Verwendbarkeit bestand und sich in wesentlich verbesserten Ausführungsformen

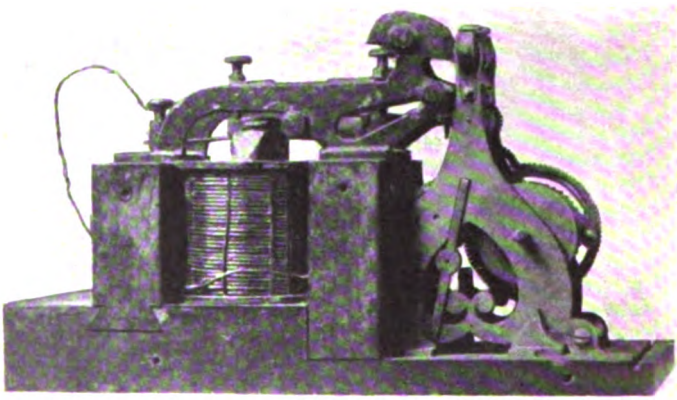


Abb. 12. Morseschreiber von 1844

erst später die Welt erobern konnte, nur geringe Ähnlichkeiten gemein hat. Macht man sich aber diesen Zeitpunkt zu eigen, so gebührt unzweifelhaft dem Steinheilschen Telegraphen als erstem schreibenden Telegraphen die Priorität. Morses vorläufige Mitteilung über seine Erfindung an das Patentamt der Vereinigten Staaten, das sogenannte Caveat, hat das Datum vom 6. Oktober 1837, liegt also fast vier Monate hinter der Inbetriebsetzung der Steinheilschen Versuchsanlage.

Im Frühjahr 1838 erbat Morse vom Kongreß Mittel in Höhe von 26 000 $ zur Errichtung einer Versuchslinie, die gesetzgebende Körperschaft verhielt sich aber ablehnend. Morse erneuerte seinen Antrag im Dezember 1842 mit dem Erfolg, daß ihm nun am 3. März 1843 30 000 $ zum Bau einer Versuchsanlage von Washington nach Baltimore bewilligt wurden. Noch im selben Jahre begann er mit den Arbeiten.

Digitized by Google

Die zunächst unterirdisch in Bleirohren verlegten 4 Kupferdrähte erwiesen sich nach den ersten 9 Meilen als nicht genügend isoliert, sie wurden daher herausgezogen und auf der ganzen Strecke oberirdisch an Stangen geführt. Mitte Mai 1844 war die Telegraphenlinie fertiggestellt, und am 24. Mai konnte das erste Telegramm befördert werden. Seitdem ist die Linie in Betrieb geblieben; und damit war die Einführung der elektrischen Telegraphie in den Vereinigten Staaten vollzogen. Sie hat sich in diesem unternehmungsfreudigen Lande in der Hand rühriger Privatgesellschaften schnell ausgebreitet und zu hoher Leistungsfähigkeit entwickelt.

Der für die Versuchsanlage verwendete Empfangsapparat hatte inzwischen die aus Abb. 12 ersichtliche Form erhalten; sie war immer

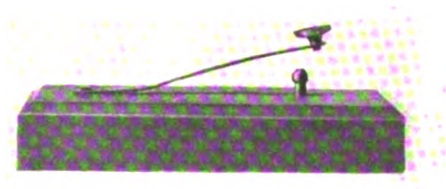


Abb. 13. Taste zum Morseschreiber von 1844

noch recht roh, aber wies bereits die charakteristische senkrechte Stellung des Elektromagneten und dementsprechend die waagerechte Anordnung des Schreibhebels auf, die seitdem beibehalten worden ist. Um das Jahr 1840 hatte Morse auch die punktförmigen Zeichen aufgegeben und eine Schrift eingeführt, die sich der jetzt üblichen, aus Punkten und Strichen gebildeten näherte. An die Stelle der ursprünglichen mechanischen Sendevorrichtung, die immer wieder umgestaltet worden war und trotzdem in der Handhabung schwerfällig blieb, trat die Morsetaste. Ihre erste, noch recht primitive Form zeigt Abb. 13. An der Verfeinerung aller Apparate wurde dauernd weitergearbeitet.

Im Jahre 1847 gelangten die Einrichtungen des Morsesystems nach Europa. In Deutschland wurden sie 1848 zuerst auf den Linien der Hannoverschen Staatsbahn, sodann auf der Strecke Berlin–Aachen des preußischen Staatstelegraphen praktisch erprobt und erwiesen sich den vorhandenen Zeigertelegraphen so überlegen, daß ihre allgemeine Einführung beschlossen wurde. Damit hatte der Morseapparat seinen Einzug auch in Deutschland vollzogen. Die neuen Apparate für Preußen wurden zunächst von dem Mechaniker Halske angefertigt, der auch die Bauart mancher Teile verbesserte und die Aus-

Digitized by Google

führung allgemein verfeinerte. Abb. 14 zeigt den Schreibapparat in der Ausführung, die ihm die Ende 1847 entstandene Firma Siemens & Halske gegeben hat.

Morse hat von etwa 1850 ab seine Patentansprüche in seinem Heimatlande in zahlreichen langwierigen gerichtlichen Klagen gegen Konkurrenten zu verteidigen gehabt, die vorgaben, die das Gemeinwohl schädigende Monopolstellung der Morse nahestehenden Gesellschaften brechen zu müssen, in Wahrheit aber an der gewinnversprechenden Entwicklung der Telegraphie ihren Anteil haben wollten. Es ist Morse zwar gelungen, seine Ansprüche im großen ganzen erfolgreich durchzufechten, aber der Kampf ist auf beiden Seiten nicht immer mit guten Waffen geführt worden. Als er endlich abgeflaut war, erschien Morse der Mitwelt, die die Zusammenhänge

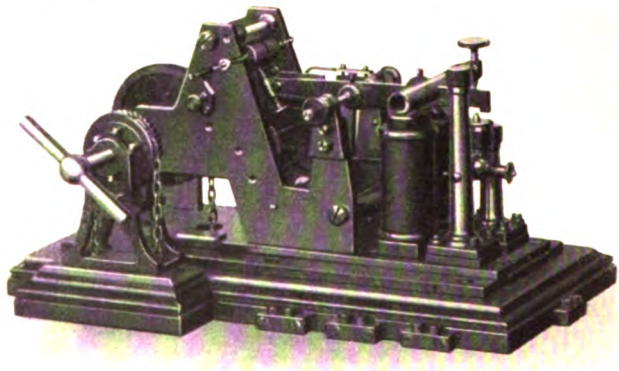


Abb. 14. Morseschreiber von Siemens & Halske um 1851

nicht mehr genau kannte, immer mehr als der große Wohltäter der Menschheit; man hat ihn als den Erfinder der elektrischen Telegraphie überhaupt angesehen und als solchen mit Ehren überhäuft.

Ich habe vorstehend gezeigt, daß Morse das Verdienst, die elektrische Telegraphie erfunden zu haben, nicht zugesprochen werden kann, daß er auch nicht als erster den schreibenden Telegraphen erfunden hat, dagegen bleibt es sein unvergängliches Verdienst, das Telegraphensystem, das seinen Namen erhalten hat, durch eigene zähe Beharrlichkeit und mit der Hilfe geschickter Mitarbeiter soweit entwickelt zu haben, daß es sich wegen seiner unbestreitbaren Vorzüge die Welt erobern konnte. So darf man, ohne Morses Leistung zu verkleinern, wohl sagen: Morse hat nicht den elektrischen Telegraphen

Digitized by Google

erfunden, aber er ist der Schöpfer der modernen Telegraphie geworden. Die geschichtliche Wahrheit erfordert es jedoch, jederzeit dankbar auch der uneigennützigen Arbeit der deutschen Gelehrten eingedenk zu bleiben. Sie waren es, die im eigentlichen Sinne des Wortes an der Wiege der elektrischen Telegraphie gestanden haben.

Schlußergebnis

1. *Soemmering* in München hat 1809 als erster den elektrischen Strom zur Fernübertragung von Zeichen benutzt und hat damit auf die Entstehung der elektrischen Telegraphie anregend gewirkt.

2. *Schilling von Cannstadt* in St. Petersburg, von deutschem Blut und deutscher Bildung, hat um 1833, etwa gleichzeitig mit Gauß und Weber, das Modell eines Nadeltelegraphen gebaut, das 1837 den Anstoß zur Herstellung und Einführung der Nadeltelegraphen von Cooke und Wheatstone in England gegeben hat.

3. *Gauß* und *Weber* in Göttingen haben 1833 einen Nadeltelegraphen mit oberirdischen Außenleitungen hergestellt, der bis 1838 praktisch verwendet worden ist, und haben Steinheil in München zur Ausführung von Verbesserungen ihres Apparates veranlaßt.

4. *Steinheil* in München hat 1836/37 den ersten schreibenden Nadeltelegraphen hergestellt, der mehrere Jahre auf oberirdischen Leitungen einwandfrei gearbeitet hat. 1838 hat Steinheil die Rückleitung des Telegraphierstroms durch die Erde entdeckt und diese wichtige Entdeckung sogleich zur allgemeinen Anwendung freigegeben.

5. *Cooke* und *Wheatstone* haben 1837 nach dem Prinzip des Nadeltelegraphen von Schilling von Cannstadt eigene Nadeltelgraphen hergestellt, die in England eingeführt und lange verwendet worden sind.

6. *Morse* in New York behauptet, schon 1832 die Gedanken zur Herstellung des nach ihm benannten elektromagnetischen Schreibtelegraphen für Punkt-Strich-Schrift gefaßt zu haben, hat aber erst im Herbst 1837 darüber Mitteilungen in den Zeitungen gemacht und ein erstes rohes Modell vorgeführt. Ein Patent auf seine Erfindung ist Morse nur in den Vereinigten Staaten von Amerika mit Wirkung vom 20. Juni 1840 erteilt worden. Erst 1844 ist Morses Apparat auf einer Versuchslinie zwischen Baltimore und Washington im Betriebe erprobt worden. Morse sind seine Erfindungsansprüche lange bestritten worden, sie sind aber von obersten amerikanischen Gerichten zum größten Teil anerkannt worden. In Europa sind sie ihm wegen der älteren Arbeiten anderer Erfinder fast nirgends zugebilligt worden.

7. Nach der sachlichen und zeitlichen Entstehung des elektrischen Telegraphen kann es nicht zweifelhaft sein, daß seine Wiege in Deutschland gestanden hat und daß 1833 als das Jahr seiner Geburt anzusehen ist.

Digitized by Google

Schrifttumverzeichnis

1. *Wilhelm Stricker:* Samuel Thomas von Soemmerring, nach seinem Leben und Wirken geschildert, Verein für Geschichte und Altertumskunde zu Frankfurt a. M. 1862.
2. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen: Carl Friedrich Gauß' Werke XI. Band, 2. Abt. Abhd. 2, Berlin 1929, Julius Springer.
3. *C. A. Steinheil:* Über Telegraphie, insbesondere durch galvanische Kräfte. München 1838, Carl Wolf.
4. *Hugo Marggraff:* Carl August Steinheil und sein Wirken auf telegraphischem Gebiet. München 1888.
5. *J. Hamel:* Die Entstehung der galvanischen und elektromagnetischen Telegraphie, Bericht an die Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg vom 23. Dezember 1859.
6. Archiv für Post und Telegraphie, herausgegeben im Auftrag des Reichspostministeriums, 1931, Nr. 10.
7. Archiv für Postgeschichte in Bayern, herausgegeben von der Gesellschaft zur Erforschung der Postgeschichte in Bayern in Verbindung mit der Abteilung München des Reichspostministeriums, Jahrgänge 1928 bis 1930.
8. *William T. Jeans:* Lives of the Electricians: Professors Tyndall, Wheatstone and Morse. London 1887, Whittaker & Co.
9. *Samuel Irenaeus Prime:* The Life of Samuel F. B. Morse, LL. D., Inventor of the electro-magnetic recording telegraph, New York 1875, D. Appleton and Company.
10. *Th. Karraß:* Geschichte der Telegraphie, Braunschweig 1909, Vieweg und Sohn.
11. *E. Feyerabend:* Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie, Denkschrift des Reichspostministeriums, Berlin 1933.

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: von Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

5. Jahrgang (1933)

Heft 1: Bolza, Friedrich Koenig, der Erfinder der Druckmaschine.
Heft 2: Maurach, Johann Kunckel (1630 bis 1703).
Heft 3: Hildebrandt, Vom Flugahnen zum Höhenflug.
Heft 4: Blanckertz, Schreibwerkzeug und Schriftform.
Heft 5: Feyerabend, An der Wiege des elektrischen Telegraphen.
Heft 6: In Vorbereitung! (Titel steht noch nicht fest).

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4.50. Einbanddecken kosten je RM 1.35. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

Die Legung des unterirdischen Reichs-Telegraphenkabels Berlin—Magdeburg—Hannover—Köln 1878. Besichtigung der Legungsarbeiten in Mülheim a. Rh. durch v. Stephan in Begleitung von F. C. Guilleaume, der das Kabel für die Strecke konstruiert und geliefert hat. Das Gemälde hängt im Ehrenraum der Fernmeldetechnik.

Das untere Bild zeigt Zeigertelegraphen von Cooke u. Wheatstone 1837, Fardely 1843 u. Werner Siemens 1846 u. 1856.

Digitized by Google

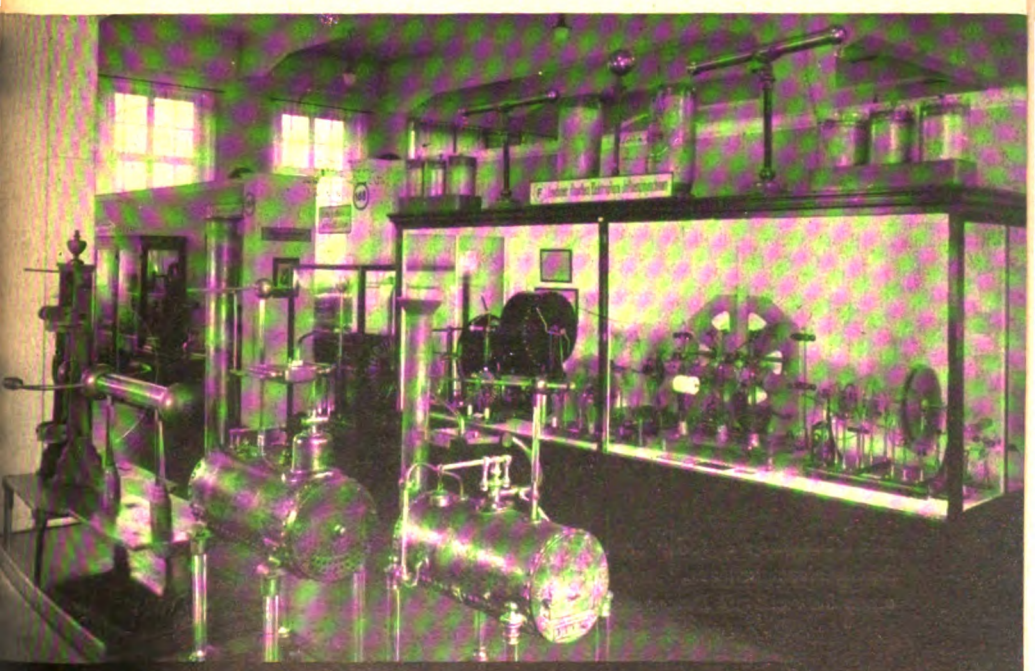
DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

v.5:6

JOHANN WILHELM RITTER

VON

HANS SCHIMANK



DI-VERLAG GMBH / BERLIN NW

Digitized by Google

SCHRIFTLEITUNG:

Geh. Reg.-Rat Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. J. ZENNECK VDI o. Prof. der Technischen Hochschule, München

Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. E. h. C. MATSCHOSS VDI Direktor des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin

Zuschriften sind zu richten an die Abteilung für technisch-geschichtliche Arbeiten des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus

---

DEUTSCHES MUSEUM

Einteilung, Besuchszeiten und Eintrittspreise

Erdgeschoß Ost (Montag geschlossen)	Geologie, Berg- und Hüttenwesen, Metallbearbeitung, Kraftmaschinen
Erdgeschoß West (Dienstag geschlossen)	Landverkehrsmittel, Straßen-, Eisenbahn-, Tunnel- und Brückenbau, Schiffbau, Flugtechnik, Meteorologie
1. Obergeschoß (Donnerstag geschl.)	Zeitmessung, Mathematik, Mechanik, Wärmelehre, Elektrizität, Telegraphie, Telephonie, Optik, Fernsehen, Akustik, Musikinstrumente, Chemie, Nahrungsmittel und Pharmazie
2. Obergeschoß (Freitag geschlossen)	Bauwesen, Beleuchtung, Heizung, Wasserversorgung, Bäder, Gastechnik und Elektrotechnik
3. Obergeschoß (Samstag geschlossen)	Astronomie, Geodäsie, Textilindustrie, Papierherstellung, Reproduktionstechnik, Landwirtschaft, Brauerei, Brennerei
Bibliothek	Lesesäle, Bücherschau, Nachschlageabteilung, Urkundensammlung, Patentschriften

Besuchszeiten:

Sammlungen	Täglich 9 bis 6 Uhr
Bibliothek	Werktags 9 bis 9 Uhr, Sonntags 9 bis 6 Uhr

Eintrittspreise:

Sammlungen	Erwachsene RM 1,—, Sonntags 50 Pf., Jugendliche 25 Pf.
Bibliothek	Erwachsene 30 Pf., Jugendliche 15 Pf.

Führungen werden jederzeit durch die Kasse vermittelt
Restauration und Buchhandlung im Hause
Straßenbahn: 1, 2, 9, 11, 19, 30 — Telephon: 22856

Die Abbildung auf der ersten Umschlagseite zeigt einen Blick in den Saal der Elektrizität. Auf der vierten Umschlagseite zeigt die obere Abbildung einen Schaltpult mit Demonstrationen zum Ohm'schen Gesetz, die untere Abbildung einen Experimentiertisch für Elektromagnetismus.

Digitized by Google

DEUTSCHES MUSEUM
ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

5. JAHRGANG HEFT 6

JOHANN WILHELM RITTER

DER BEGRÜNDER DER WISSENSCHAFTLICHEN ELEKTROCHEMIE

EIN LEBENSBILD AUS DEM ZEITALTER DER ROMANTIK

VON

HANS SCHIMANK

1 9 3 3

VDI-VERLAG GMBH / BERLIN NW7

Digitized by Google

Geheimrat

Karl Sudhoff,

dem Nestor der deutschen Medizingeschichtsschreibung zur Feier seines 80. Geburtstages zugeeignet

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Triasdruck G. m. b. H., Berlin SW 19

Digitized by Google

Johann Wilhelm Ritter

Der Begründer der wissenschaftlichen Elektrochemie

Von *Hans Schimank*. Hamburg*)

I.

Am 16. Dezember 1776 ward dem frommen Pfarrer *Ritter* zu Samitz bei Hainau in Schlesien ein Sohn geboren, der in der Taufe die Namen *Johann Wilhelm* empfing und als Erbe des Elternhauses einen wachen und beweglichen Geist, heiße Sinne, eine durch keine Entbehrung zu brechende Arbeitslust und eine aufrichtige, tiefe Frömmigkeit mit in die Welt nahm. Sein Weg führte vom Gymnasium in die Apothekerlehre, nach Liegnitz, wo er als Lehrling und hernach als Provisor eine gründliche pharmazeutisch-chemische Ausbildung erhielt. Den wissenshungrigen und ehrgeizigen jungen Menschen, der schon damals ein aufmerksamer und eifriger Leser wissenschaftlicher Zeitschriften war und es sein ganzes Leben hindurch blieb, vermochte die Tätigkeit in der kleinen Stadt nicht zu befriedigen. Im Frühjahr 1796 gab er alle Sicherheit des bisher Erreichten auf und wanderte nach Jena, der alten Universitätsstadt der väterlichen Heimat Thüringen, wo er sich am 27. April 1796 immatrikulieren ließ. Kaum ein Jahr später finden wir ihn schon wissenschaftlich anerkannt. *Alexander von Humboldt*, der gerade den ersten Band seiner „Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Vermutungen über den chemischen Prozeß des Lebens in der Tier- und Pflanzenwelt" (Posen und Berlin 1797) hatte erscheinen lassen, machte durch Vermittlung des Botanikers Batsch die Bekanntschaft Ritters und forderte den jungen Mann, „der sich unermüdet mit galvanischen Experimenten beschäftigt und gründliche chemische Kenntnisse mit echtem Beobachtungsgenie verbindet", auf, seine Schrift „mit kritischer Strenge durchzugehen" und Einwendungen, die er gegen Inhalt oder Fassung etwa zu machen habe, ihm aufzuzeichnen. Ritter, der immer schnell mit der Feder bei der Hand war, übersandte schon im Sommer 1797 „zehen Bogen der interessantesten Bemerkungen", aus denen Humboldt im Anhange zum zweiten Bande seiner Schrift nur dasjenige abdrucken ließ, was „unmittelbaren Einfluß auf die Erweiterung seiner Beobachtungen hatte".

*) Der Verfasser ist Studienrat an den höheren technischen Staatslehranstalten zu Hamburg und durch eine Reihe von Arbeiten auf dem Gebiet der Geschichte der Naturwissenschaften bekannt. Außer mehreren Arbeiten in den „Beiträgen zur Geschichte der Technik und Industrie" (bisher 21 Bände, VDI Verlag, Berlin) erschienen als selbständige Werke u. a. „Zur Geschichte der exakten Naturwissenschaften in Hamburg", Hamburg 1928, und „Epochen der Naturforschung", Berlin 1930.

Digitized by Google

Inzwischen war Ritter auch weiteren Kreisen durch einen Vortrag bekannt geworden, den er in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena am 29. Oktober 1797 gehalten hatte. Es war die Verquickung eines Berichtes über fremde und eigene Forschungen mit einer äußerst kühnen Hypothese, die er seinen Zuhörern unter dem Titel vorlegte: „Über den Galvanismus; einige Resultate aus den bisherigen Untersuchungen darüber, und als endliches: die Entdeckung eines in der ganzen lebenden und toten Natur sehr tätigen Prinzips". Ritter ging von der Annahme Humboldts aus, daß „in den lebenden Nerven ein — nicht tropfbares, gleichsam halbgasartiges — Fluidum abgesondert (wird), und (daß erst) durch seine Gegenwart die wirksame Reizung eines Nerven möglich gemacht zu werden" scheint. Im Gegensatz zu Humboldt erklärte er aber: „Dieses — durch Hilfe des Sauerstoffs erzeugte — Fluidum des Nerven ist es n i c h t, durch dessen Einströmung in den Muskel die Kontraktion (die Zusammenziehung des Muskels) bewirkt wird." Er schloß vielmehr aus seinen Versuchen, „daß, wenn ein Muskel wirksam gereizt werden soll, er durchaus einen mit ihm organisch verbundenen, noch Nervenfluidum sezernierenden (absondernden) oder . . wenigstens etwas davon enthaltenden Nerven haben müsse", und stellte außerdem auf Grund seiner Untersuchungen über die Empfindungen, die eine galvanische Kette bei der Einwirkung auf menschliche Sinnesorgane erregt, ganz allgemein das bisher nur für einige Fälle als gültig betrachtete Gesetz auf: „Auf die Bewegung wird nur in den Augenblicken der Schließung und Trennung gewirkt, hingegen die Empfindung wird solange hervorgebracht, als die Kette geschlossen bleibt." In Anlehnung an Voltas Lehrmeinung sah er das galvanische Fluidum als identisch mit der Elektrizität an, meinte aber darin zugleich die Spur des „Lebensprinzips" erblicken zu dürfen, und folgerte daher: „Ist Lebensprozeß beständiger Galvanismus unzähliger mit und durch einander verbundener Ketten? - Ist Leben und Organisation das Produkt desselben? - - Alle tierischen Teile, die dort — im tierischen Körper — in so mancherlei Verbindung stehen, lauter geschlossene Ketten bilden, sind ja a l l e verschiedene Leiter für den galvanischen Einfluß und a l l e in verschiedenem Grade! — Es muß ja also auch dort notwendig dieselbe Aktion der Ketten statt haben wie in meinen Versuchen mit dem toten, noch reizbaren Tier, nur daß sie dort auf unendlich mannigfaltige Art in einander eingreifen, die Aktion dieser Kette, die einer andern modifiziert usw., wie ich es hier auch sehe! — Gesundheit ist also zweckmäßige Harmonie der Aktionen dieser Ketten? Krankheit Disharmonie? - - Die Kunst des Arztes, was ist sie anders als Wiederherstellung der vorigen Harmonie, indem er die Aktion dieses oder jenes Kettensystems verstärkt oder vermindert?"

Digitized by Google

Es war eine jugendlich kühne Fragestellung; aber gerade deshalb wirkte sie fesselnd und lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf ihren Urheber. Ritter „lebte damals in der größten Zurückgezogenheit in einer abgelegenen Gasse in einem kümmerlich ausgestatteten Zimmer, welches er oft vier Wochen lang nicht verließ, im Grunde, weil er nicht wußte, warum und zu wem es übrigens auch der Mühe wert sei zu gehen. Seine ganze Gesellschaft waren lange Zeit seine wenigen guten Bücher, dann sein alter wunderbarer Hauswirt und er selbst gewesen". In diese Einsamkeit trat nun unvermutet ein Mann, der „äußerlich äußerst unbedeutend aussehen konnte, aber kaum noch zu sprechen anfangen durfte", um sogleich das Gefühl altvertrauter Bekanntschaft zu erwecken. *Novalis* war es, dessen Freundschaft und Hilfe Ritter aus dem Dunkel seines bisherigen Lebens zog und ihn dem Kreise der jungen Genies beigesellte, die wie ein Sturmtrupp neuer gärender Zeit inzwischen in die alte Universitätsstadt eingebrochen waren.

Den Mittelpunkt dieses Kreises bildeten *August Wilhelm* und *Friedrich Schlegel* mit ihren Frauen *Caroline*, der späteren Gattin Schellings, und *Dorothea*. Bei aller Verschiedenheit des Temperaments und der Charaktere einte diese Menschen und ihre Freunde die Verehrung, die sie Goethe entgegenbrachten, und ihre Teilnahme und Begabung für alles Schöpferische. Den Zutritt zu ihrer Gemeinschaft eröffneten weder Geld noch Titel, nur eins legitimierte darin: Eigenwuchs und Eigenwille des Geistes. Bürgerliche Vorurteile galten wenig. Man huldigte in der Auffassung des Verhältnisses der Geschlechter zu einander den freien, leichten Anschauungen, die in Friedrich Schlegels „Lucinde" ihre dichterische Verklärung gefunden haben, und man sah im Geld, das man sorglos einnahm und ausgab, nur „eine Verhunzung der Metalle". Neben *Hardenberg*, der häufig aus Weißenfels nach Jena herüberkam, traten *Henrik Steffens*, der norwegische Geologe, und der Frankfurter Jurist *Carl von Savigny* diesem Kreise nahe, *Clemens Brentano*, der bis zur Feigheit unbeherrschte Verfasser des „verwilderten" Romanes „Godwi" irrlichtete durch ihn, überragend und beherrschend trat *Friedrich Schelling* ihm nahe, der bald Caroline aus der Mitte dieser Schar zu sich herüberziehen und damit zugleich das Ehebündnis August Wilhelm Schlegels und den Ring der Gesellschaft sprengen sollte.

Dies war Art und Gesinnung der Menschen, mit denen durch Hardenbergs Freundschaft Ritter in enge Berührung kam. Er ward anfangs mit Neugier, bald mit offener Zuneigung aufgenommen. Von vielen Seiten her bemühte man sich, ihm nahe zu kommen, ihn zu bilden, ihn wohl auch in das Spiel zärtlicher Beziehungen zu verflechten. Eine bis ins Letzte aufrichtige Zuneigung und Freundschaft

Digitized by Google

brachte er nur Novalis und nach dessen Tode *Herder* entgegen. Zu allen übrigen blieb ein gewisses Verhältnis der Spannung bestehen, am ausgeprägtesten zu Schelling. Darum spiegelt sich sein Bild auch am kühlsten in den brieflichen Äußerungen Carolines, die damals Schelling schon nahe stand. Es glänzt und flammt in den Worten Hardenbergs für den neben Ritter alle andern „nur Knappen" waren, und im Jugendbriefwechsel *Bettina Brentanos* mit ihrem Bruder Clemens, dem Ritter als der liebenswürdigste der Menschen erschien und zugleich als ein Mann, „der wie Moses mit seinem Stab an den harten Fels der Wissenschaft schlägt, aus dem die reine kristallhelle Quelle der Weisheit hervorsprudelt, und wer es wagt, seinen Becher daran zu füllen, der wird von der Größe dieses unsterblichen Menschen durchdrungen". Der Zauber, der von Ritters zugleich zarter und eigenwilliger Persönlichkeit ausstrahlte, ergriff und band alle, die damals mit ihm in Berührung kamen; den Kopenhagener Pharmazeuten *Oersted*, der sich ihm zu lebenslänglicher Freundschaft verband, nicht minder wie Madame *Du Gachet*, die „chemisierende Französin" und Freundin Ritters, deren „Memoiren der Stephanie Louise von Bourbon-Conti" Goethe den Stoff zu seiner „Natürlichen Tochter" entnahm. Selbst aus seinen endlosen und ungestümen Briefen atmete noch diese hinreißende Genialität, die Bettina schreiben ließ: „Die Briefe deines Ritter! er singt ja zu mir! und du hast mirs ganz verschwiegen? . . . . Clemente, . . mir sind Ritters Briefe ein Zauberspiegel seiner Geistesnatur! nichts von Ordnung darin. Aber »Jeden Nachklang fühlt mein Herz« reimt sich auf diese Außerordnung."

Es ist erstaunlich, mit welcher Feinfühligkeit das Kind Bettina den Kern von Ritters Wesen sogleich ahnend ergriff, das Außer-Ordentliche in ihm. Denn Ritter stand -- stärker als irgend ein anderes Mitglied des Schlegelschen Kreises -- außerhalb des bürgerlich Wohlgeordneten. Er war maßlos im echtesten Sinne des Wortes, nicht nur in seinem Ehrgeiz. Der Maßlosigkeit seines Wollens läuft die des Handelns parallel. Seine Arbeitslust geht unvermittelt in einen Arbeitsrausch über, der ihn alles umher vergessen läßt. Er arbeitet ganze Tage und Nächte hindurch, er mißbraucht ohne Rücksicht auf eine mögliche gesundheitliche Schädigung die Organe seines Körpers zu physiologischen Versuchen, er verläßt eine Woche lang nicht sein Zimmer und wäscht sich nicht einmal während dieser ganzen Zeit. Und wenn er dann wieder in die Welt des täglichen Lebens der andern zurückgefunden hat, bleibt es nicht immer bei der bloßen Teilnahme an heiterer Geselligkeit, wo er Geburtstagsfeiern mit bunten Feuerwerken verschönt oder im Frommannschen Hause beim Pokulieren wacker mithält. Er stürzt sich oft genug aus der Orgie der Arbeit in Orgien der Völlerei, des Weines und der Liebe, bis der letzte Pfennig

Digitized by Google

an Geld und Kredit erschöpft ist, und er zur Fortführung seiner Versuche und seines Lebens an einen seiner fürstlichen Gönner oder einen hilfsbereiten Verleger die beinahe gewohnheitsmäßige Bitte um Unterstützung richten muß. Ein Chaos gärender Kräfte, ein durch und durch naturhafter Mensch ist Ritter nach einem schönen Worte Dorothea Schlegels „wie der erste Brief in der Lucinde Schelmerei und Andacht, Essen und Gebet, alles durcheinander".

Völlige Gegensätzlichkeit der Temperamente und starke Verschiedenheit der Charaktere bei ähnlicher Stärke des Ehrgeizes wie des Genies mußte notwendig ein Verhältnis der bis zur Rivalität gesteigerten Spannung zwischen Schelling und Ritter herbeiführen, das nur in den letzten Münchener Jahren für eine gewisse Zeit aufhörte. So erklärt sich, daß beide beinahe ängstlich darauf bedacht waren, immer wieder die Selbständigkeit und Unabhängigkeit ihrer Gedankengänge zu betonen, die bei der engen Berührung, in die sie miteinander kamen, naturgemäß Ähnlichkeiten und Beeinflussungen zeigen mußten. Ritter lehnte sogar jahrelang ab, etwas Gedrucktes von Schelling zu lesen, und seine Neigung zu einer den Versuch oft wild überwuchernden Spekulation erklärt sich wohl zum Teil aus dem nur halbbewußten Streben, Schelling auf dessen eigenstem Gebiete, dem der Naturphilosophie, zu übertrumpfen.

Ritter selbst hat später die Jahre zwischen 1798 und 1804 als die glücklichsten seines Lebens bezeichnet, und mit Recht. Brachten sie ihm doch neben großen wissenschaftlichen Erfolgen eine reiche Fülle äußerer Anerkennung. Aus einem unbekannten Apothekerprovisor war innerhalb dieses Zeitraums ein Gelehrter von europäischem Ruf geworden, der es wagen konnte, sich um den großen galvanischen Preis Napoleons zu bewerben, ein wissenschaftlicher Schriftsteller, dessen Werke jeder Buchhändler gern in Verlag nahm, ein Mann, der dem Weimarer Hofe seine galvanischen Versuche vorführte, dessen Hilfe sich *Goethe* bei seinen physikalischen Arbeiten bediente, und den Herzog *Ernst II* von Sachsen Gotha und Altenburg an seinen Hof nach Gotha berief, damit er seine Untersuchungen in voller Unabhängigkeit und in großem Maßstabe fortführen könnte.

Als Ritter von dort wieder nach Weimar zurückgekehrt war, hatten ihn die Studenten gebeten, ihnen Vorlesungen über Galvanismus zu halten, und schon eine erste Subskription dafür hatte 40 Unterschriften getragen. Zugleich hatte aber diese Aufforderung auch zu Mißhelligkeiten mit der Universität geführt, deren philosophische Fakultät zuvor eine Doktorpromotion Ritters forderte. Man war sogar bereit, ihm einen erheblichen Teil der Kosten zu erlassen. Aber Ritter war bei seiner dauernden Geldverlegenheit dazu außerstande, fühlte sich auch schon den Fordernden gegenüber als zu gleichwertiger Gelehrter

Digitized by Google

und lehnte deshalb das Ansinnen der Fakultät energisch ab. Dank des herzoglichen Eingreifens zu seinen Gunsten vermochte er seinen Willen gegenüber der Universität auch durchzusetzen und entsagte feierlich dem Schutze der Akademie, um sich unter den der Regierung zu begeben. Die ganze Streitigkeit verleidete ihm aber doch das Leben in Jena, und als nun von verschiedenen Seiten Angebote einer Professur an ihn erfolgten, trat er bereitwillig in Verhandlungen ein.

Auch andere Umstände drängten zu einer Festigung seiner Lebensstellung. Er hatte sich im Sommer 1804 mit *Dorothea Münchgesang* (geb. 10. Okt. 1788, gest. zu München, 20. Nov. 1823) verheiratet, einem armen Mädchen, mit dem er schon seit einiger Zeit in einer Art von freier Ehe lebte. Sie war ein „braves, völlig natürliches Weib, die viele verkannten", und der er bis zu seinem Tode mit zärtlicher Liebe anhing. Nach sorgfältiger Prüfung aller ihm gemachten Angebote entschloß er sich endlich, einer Berufung als Mitglied der Akademie der Wissenschaften in München zu folgen und siedelte Mitte 1805 mit Weib und Kind dorthin über. Er erhoffte sich viel von dieser neuen Stellung. Aber es war schon wie ein böses Vorzeichen, daß er sich das Geld für die Reise von seinem Freunde *Christian Samuel Weiß* borgen mußte. Belastet mit Schulden, begann er einen neuen Abschnitt seines Lebens, erdrückt von ihrer immer größeren Last sollte er ihn enden.

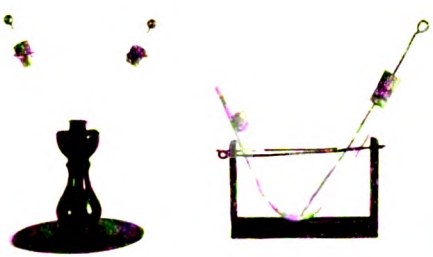
„Er hatte schon in früherer Zeit . . in Jena . . sich mit dem Gelde nicht zu benehmen gewußt", so schilderte *Schubert* später die Ritterschc Lebensführung, „das Silber und selbst das Gold schienen für ihn nur dieselbe Bedeutung zu haben wie die Zink- und Kupferplatten aus denen seine großen Voltaischen Säulen gebaut waren; er sah gleichgültig zu, wie die Metalle unter den Experimenten seiner wissenschaftlichen Forschungen sowie seines ungeregelten Haushaltes sich abnutzten und zersetzten. . . Und mit derselben Ruhe, mit welcher er jetzt einmal die Wirkungen des positiven Poles seiner Säule, dann wieder die des negativen an seinen Sinnesorganen und den andern Gliedern seines Leibes erforschte und ertrug, so ließ er auch die Wechselzustände in dem Experimente seines Haushaltes an sich vorübergehen. Denn mit gleich leichtem Sinne sah er einmal den Mangel, dann wieder den Überfluß an sich kommen. Er konnte viele Tage lang, wenn es sein mußte, mit Wasser und Brot sich begnügen und dabei ganze Nächte lang, schlaflos auf dem Sofa sitzend, bei seinen mutwilligen Experimenten ausdauern; dann aber, wenn ihm wieder ein Honorar vom Buchhändler oder ein fürstliches Geschenk von seinem hohen Gönner, dem Herzog Ernst von Gotha in die Hände kam, ließ er allerdings wohl in maßloser Weise, wie es im Spruche heißt, » seine Brunnen heraus fließen und die Wasserbäche auf die Gassen « so daß er gar bald drunten in seinem Weinberghäuschen wieder ganz im

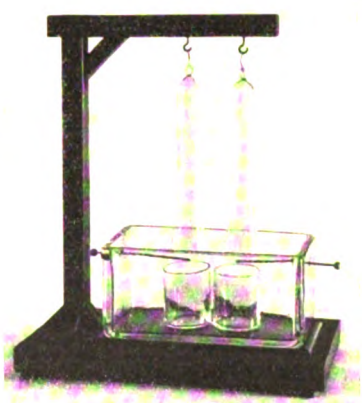
Digitized by Google

Trockenen saß. Nun, diese Wirtschaft ohne Wirt ging so ohne öffentlichen Anstoß hin, solange mein armer Ritter allein war und ohne Sorge für andere in seinem Boote auf den Wogen der Ebbe und Flut sich dahin schaukeln ließ. Als nun aber noch eine, dann fünf bis sechs Personen zu ihm in das Boot hinein kamen, davon keine auf das Rudern und Steuern des Fahrzeuges sich verstand, da wurde aus der Lustfahrt gar bald eine Wehefahrt." Ritter ertrug die Leiden solcher Wehefahrt mit bewundernswerter Geduld. Er fühlte sich gegen jede Unbill durch das Bewußtsein seines Könnens und die Lauterkeit

Abb. 1 (unten). V-Rohr für elektrochemische Versuche nach Ritter (links: Nachbildung, rechts: Original). Aus dem Deutschen Museum in München

Abb. 2 (rechts). Wasserzersetzungsapparat nach Ritter. Bauart des Jahres 1800. Nachbildung aus dem Deutschen Museum in München





seines Strebens gefeit. Selbst die wissenschaftliche Vereinsamung, in die er seit seiner Beschäftigung mit der Wünschelrute und dem siderischen Pendel geriet, vermochte seinen Arbeitswillen nicht zu brechen. Im Kreise seiner Familie und in der Erinnerung an seine Freunde suchte und fand er Trost und Mut zu neuem Leben. Zuweilen senkte es sich aber schon wie Todesschatten über ihn, so daß ihn „der Frühling nicht zur Freude mehr, sondern zu tiefer aber beseligender Trauer" aufrief. In einem unveröffentlichten Brief vom 5. August 1808 klagt er: „Nicht minder bin ich im Leben verlassen. Nicht an ihm selbst, denn das gibt die Familie mir reichlicher als ich je geahnt, und an ihr erhalte ich mich; sondern an den Mitteln dazu. Ich bin ärmer geworden, als ich je war. Häufig weiß ich den Abend vorher nicht, wovon meine Kinder essen sollen. Es gibt hier keine Leute, auf die man sich verlassen kann. Ich habe mich an Versprechungen gehalten,

Digitized by Google

die nicht in Erfüllung gingen, und ich kann nicht zurück, denn man versprach mir zu viel. Ich gab mir alle ersinnliche Mühe, mir auf solide Art radikal zu helfen, aber alle Versuche scheiterten . . . dies zusammen macht doch matt und müde. . . . Ich habe bereits ein Drittel meines Gehalts zur Abtragung einer hiesigen Schuld zedieren müssen, zwei Monate des Überschusses voraus, morgen meine gute Frau im Kindbett und dann vier Kinder; alle sehen mich an, und Rührung bringt am Ende noch unerwartete Hilfe. Ich bin fleißig so viel als möglich, aber auf den Buchhandel ist jetzt nicht zu rechnen. Was ich bei Gehlen (für Beiträge zu seinem Journal der Chemie) verdiene, sind Kleinigkeiten und geben eben den Kindern die Schuh und mir den Hut. Ich möchte betteln, wenn ich nur könnte."

Die Besetzung Münchens durch die französischen Truppen, die alle Einwohner mit Einquartierungen und Auflagen bedrückte und die Auszahlung der staatlichen Gehälter zum Stocken brachte, führte schließlich Ritters wirtschaftlichen Zusammenbruch herbei. Als auch der Verkauf des wertvollsten Teiles seiner Bücherschätze das Elend der Familie nur hatte hinauszögern können, entschloß er sich im Spätsommer 1809 schweren Herzens zur Trennung von den Seinen, die er nach Nürnberg sandte und der Hilfsbereitschaft alter Freunde anvertraute. Er selbst blieb in München zurück, um mit Hilfe wohlgesinnter Fachgenossen einen letzten außerordentlichen Versuch zur Ordnung seiner Verhältnisse zu unternehmen. Es war schon zu spät. Sein mißbrauchter Organismus begann zu versagen. Die Fähigkeit zu gesammelter Arbeit schwand. Zeiten der Schwermut und wilder Bitterkeit wechselten mit Tagen neuen Lebensmutes und unerschütterter Hoffnung auf eine bessere Zukunft. In einer seiner schwarzen Stunden trat ihn einst der Geograph *Karl von Raumer*, der ihn im Auftrage Schuberts aufsuchte, und fand ihn „in einem wüsten Zimmer, in welchem alles mögliche: Bücher, Instrumente, Weinflaschen durcheinander lag. Er selbst war in einer unbeschreiblich aufgeregten Stimmung voll verbissener Feindseligkeit. Hintereinander stürzte, ja stürzte er Wein, Kaffee, Bier und was alles für Getränke in sich, als wenn er in seinem Innern ein Feuer löschen wollte". Im Oktober 1809 erkrankte Ritter ernsthaft, vom 24. November an war er nicht mehr imstande das Bett zu verlassen. Von seinen Fachgenossen kümmerte sich kaum jemand um ihn. Nur einer, der Chemiker *Gehlen*, war unermüdlich um ihn besorgt. Trotzdem blieb Ritter fast völlig losgelöst von jedem menschlichen Verkehr, denn der schwerhörige Freund verstand die undeutlich, mühsam geformten Worte des Kranken kaum zu verstehen. Als er mit dem Geschenk einer blühenden Hyazinthe mitten im Winter Ritter eine letzte innige Freude bereitete, vermochte dieser [illegible] Gehlen dafür zu danken. Am 23. Januar 1810

Digitized by Google

halb ein Uhr früh starb Johann Wilhelm Ritter, Deutschlands genialster Physiker im Zeitalter der Romantik, gläubig, wie er sein Leben lang gewesen war und in dem Vertrauen „für meine Kinder wird Gott aufs Beste sorgen". Tief erschüttert teilte Gehlen Ritters vertrautestem Freunde, Hans Christian Oersted „die Nachricht von dem Tode eines Mannes mit, der in der Wissenschaft so einzig in seiner Art dasteht, der so viel für sie getan hat, und der seines herrlichen Gemütes wegen seinen Freunden so überaus teuer war". Er berichtete zugleich, welche Verfügungen Ritter über seinen wissenschaftlichen Nachlaß getroffen hatte, den er, Gehlen, besorgen sollte, wie er auch zum Vormund der Kinder eingesetzt wurde. Der Nachlaß sollte ihm sechs Jahre lang anvertraut bleiben und dann, soweit er noch keine wissenschaftliche Verwertung gefunden hätte, in den Besitz der Akademie übergehen. Da Gehlen schon vor Ablauf dieser Frist am 15. Juli 1815 unvermutet plötzlich starb, scheint die Übergabe nicht mehr stattgefunden zu haben. Ritters wissenschaftlicher Nachlaß ist ebenso verschollen wie die Totenmaske, die Gehlen von seinem Antlitz formen ließ und wie die im Besitz der Familie befindlichen Bilder. Nur in seinem Werke leben die Spuren seiner Persönlichkeit fort.

II.

Ist aber von dem umfangreichen Lebenswerk Ritters wirklich etwas geblieben, etwas das auch jetzt noch dem Bestand der Wissenschaft angehört? oder wenn dies nicht mehr der Fall ist — war die Wirkung und Leistung Ritters in irgendeinem Sinne für die Entwicklung der Wissenschaft fruchtbar und notwendig, so notwendig, daß sie daraus nicht fortgedacht werden kann? Zwei Fragen die leichter gestellt als beantwortet sind! Sie lassen sich auch, ohne dem Menschen und seiner Zeit unrecht zu tun, nur beantworten, wenn man nicht den Maßstab unserer gegenwärtigen Anschauungen zugrundelegt, sondern Lehre und Leistung im Rahmen ihrer geistigen Umwelt betrachtet.

Ritter steht an der Grenzscheide zweier Jahrhunderte und an der Grenzscheide zumindest zweier Epochen der Chemie. Das 18. Jahrhundert, dem er innerlich nicht mehr angehört, aus dem er seiner Bildung nach aber hervorwächst, ist das Zeitalter des Rationalismus und des enzyklopädischen Wissens. Vernunft ist das Losungswort, das über den starken geistigen Leistungen dieser Jahrzehnte steht von Christian Wolffs „vernünftigen Gedanken von den Wirkungen der Natur" bis zu Kants Kritiken der reinen und praktischen Vernunft, von Lessings Nathan und der Wirtschaftspolitik Friedrichs II. bis zum Vernunftkult der französischen Revolution. Gegen dieses Übermaß von Vernunftlehre rebelliert in der Romantik das Herz. Die Romantik rebelliert zugleich in der Naturwissenschaft gegen die atomistische

Digitized by Google

Betrachtungsweise und betont gegenüber deren Zustandsbeschreibung, die Einzelteilchen zählt und aufzählt, das Spiel der Kräfte. Sie will eine „dynamische" Naturphilosophie sein. „Die Natur ist ein Handeln", drückt Ritter diesen Standpunkt in einem seiner Fragmente aus, „und nur insofern ist sie Natur. Handeln erfordert aber ein Mannigfaltiges, denn nur dadurch wird ein Handeln, und mit dem Mannigfaltigen fällt auch das Handeln weg. Jedes Handeln also setzt Differenz voraus. Diese aber ist Gegensatz, Polarität. Und da Natur nur ist, wo Handeln ist, so muß deshalb auch überall Polarität sein". Es ist eine kühne Mythologie der Natur, die auf diese Art zustande kommt, und die sich aus dem starken Eindruck erklärt, den eine Reihe wesentlicher naturwissenschaftlicher Entdeckungen auf die Zeitgenossen machte.

Im Laufe des 18. Jahrhunderts wurde die Lehre von der Elektrizität und die Chemie der Gase begründet. Aus der einen erwuchs gegen Ende des Jahrhunderts der Galvanismus, aus der andern die Lavoisiersche Verbrennungstheorie, und beide Endergebnisse leiteten jedes in seiner Art auf Lebensvorgänge: auf die Zuckung des galvanisch gereizten Muskels und auf die einem Verbrennungsprozeß entstammende tierische Wärme. Von da aus wurden aber neue Doppelheiten sichtbar, die auch ihrerseits die Lehre von der Polarität zu bestätigen schienen und gleichzeitig wieder Beziehung zum organischen Leben hatten. Die Luft ergab sich als zusammengesetzt aus nur zwei Gasen, dem lebenerhaltenden, verbindungsbegierigen Sauerstoff und dem verbindungsträgen, das Leben erstickenden Stickstoff. Ähnlich war es mit dem für alles Leben unerläßlichen Wasser, dessen Zusammensetzung aus zwei Gasen, dem Wasserstoff und dem Sauerstoff, als erwiesen gelten konnte. Und auch diese beiden Gase stellten sich bei näherer Betrachtung als die bezeichnenden Vertreter zweier gegensätzlicher Erscheinungsgruppen dar. Die Anwesenheit und Teilnahme des Sauerstoffs war die Bedingung für den Ablauf der Oxydationsprozesse, Wasserstoff durfte als entsprechender Träger der Reduktionsvorgänge gelten. Kurz, wohin der nach Polaritäten suchende Blick fiel, sie boten sich ihm dar: in den Gegensätzen der positiven und der negativen Elektrizität, des Nord- und Südmagnetismus, der Säuren und Basen, die Lackmuspapier röten und bläuen, selbst im Bereich des Organischen taten sie sich auf als Gegensatz zwischen Tier und Pflanze, zwischen Mann und Weib, zwischen der von Albrecht von Haller festgestellten „Irritabilität", dem Kontraktionsvermögen des Muskels, und der „Sensibilität", der Empfindungsfähigkeit des Nerven. Auf diesen Grundlagen, unter dem Eindruck dieser einfachen Gegensätzlichkeit erwiesen die Theorien zu Anfang des 19. Jahrhunderts, die naturphilosophische Lehre Browns, die hauptsächlich in Deutschland ihre

Digitized by Google

Anhänger fand und die alle Krankheiten aus Übermaß (Sthenie) oder Mangel (Asthenie) an Erregbarkeit zurückführen wollte, ebensogut wie die längst vergessene Lehre Winterls von den zwei „begeistenden" Prinzipien der Chemie und die elektrochemische Theorie der chemischen Verbindungen von Berzelius.

Aus den gleichen Wurzeln entsprangen auch die Vorstellungen und Lehren, denen wir in Ritters Abhandlungen begegnen. Aber Ritters Pläne gingen weiter als die seiner meisten Zeitgenossen. Er wollte nicht nur der „Galvanist" sein, sondern ein Physiker in der alten umfassenden Bedeutung des Wortes, die die ganze Natur von der Elementenlehre bis zur Seelenkunde einschloß. „Scientia vitae, theoria vitae (Wissenschaft vom Leben und Theorie des Lebens) würde eine künftige vollendete Physik heißen müssen. Erstere würde durch letztere gegeben sein. Vom Leben muß mein künftiges Buch handeln." Das war der Plan der Ritterschen Physik, den uns Novalis in einem seiner Fragmente noch weiter mit den Worten erläutert: „Ritter sucht durchaus die eigentliche Weltseele der Natur auf. Er will die sichtbaren und ponderabilen (wägbaren) Lettern lesen lernen und das Setzen der höheren geistigen Kräfte erklären. Alle äußre Prozesse sollen als Symbole und letzte Wirkungen innrer Prozesse begreiflich werden. Die Unvollständigkeit jener soll das Organ für diese und die Notwendigkeit einer Annahme des Personellen als letzten Motivs Resultat jedes Experiments werden." Wir sind heute in unsern Zielsetzungen bescheidener geworden, wir glauben nicht, daß sich Naturzusammenhänge so leicht und so bald entschleiern lassen, aber wir begreifen auch, daß ein Experimentalphysiker, der einem so ungeheuren Ziel überzeugungsvoll zustrebte, sich ernsthaft mit den Erscheinungen des sogenannten tierischen Magnetismus, den Versuchen mit Wünschelrute und siderischem Pendel beschäftigen konnte. Wir wissen zudem, daß Theorien niemals Selbstzweck der Wissenschaft sind, sondern Mittel zur Gewinnung neuer Erkenntnis, und haben deshalb nicht nötig, Gedankenflüge lächerlich zu machen, denen wir jetzt nicht mehr folgen würden, die aber Ritter zur Aufdeckung wichtiger und vorher unbekannter Tatsachen geführt haben. Nicht die Gestalt der Spekulation, ihr gültiges Ergebnis entscheidet.

III.

Ritter war in seiner ersten, schon erwähnten Untersuchung vom Studium der organischen Vorgänge ausgegangen und hatte den Zusammenhang zwischen Nerv und Muskel als wesentlich für das Auftreten von Zuckungen bei galvanischer Reizung erkannt. Das war eine sehr bedeutungsvolle physiologische Feststellung. Wenn er aber nun von einer tiefen Einheit des Zusammenhanges der belebten mit der

Digitized by Google

unbelebten Welt überzeugt war, und wenn er zugleich im Galvanismus ein die ganze Natur durchziehendes Phänomen sah, so mußte er sich notwendig die Frage vorlegen, ob eine ähnliche Wirkung des Galvanismus, wie sie sich an organischen Körpern in der Zusammenziehung des Muskels und der während der ganzen Schließung der Kette anhaltenden Sinnesempfindung äußert, auch im Bezirke des „Anorgischen" nachweisbar ist. In einem Vortrage, den er im Frühjahr 1799 vor der Naturforschenden Gesellschaft in Jena hielt, und dessen Ergebnisse er ausführlicher im ersten Hefte seiner „Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus" (Jena 1800) auseinandersetzte, führte er deshalb den „Beweis, daß die galvanische Aktion oder Galvanismus auch in der anorgischen Natur möglich und wirklich sei".

Bereits in seinem „Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Tierreiche begleite" hatte er darauf hingewiesen, daß die elektrische Spannungsreihe der Metalle ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff parallel läuft. Zu dieser Feststellung wurde er vermutlich durch die Untersuchungen und Schlüsse von *Kortum* angeregt, der aus seinen „Versuchen über die Elektrisierung von Pulvern beim Sieben" bereits 1795 den Schluß gezogen hatte, daß hierbei wohl „noch außer dem mechanischen Reiz der Friktion (Reibung) ein chemisches Agens wirksam sei". Ritter entwickelte nun eine auch später von ihm beibehaltene Theorie, wonach der chemische Prozeß ein vollständig, der elektrische ein unvollständig ablaufender allgemeiner Vereinigungsprozeß sein soll, und gelangte so zu der Vermutung, daß in der anorganischen Natur sich die Wirkung des Galvanismus im Auftreten von Oxydations- und Desoxydationserscheinungen äußern würde. Er knüpfte an Versuche eines Dr. *Ash* in Oxford an und zeigte, daß beispielsweise an einer Zinkplatte, die einen auf eine Silbermünze gebrachten Wassertropfen seitlich berührt, sich nur dann ein weißer Niederschlag in merklicher Menge bildet, wenn die beiden Metalle gleichzeitig außerhalb des Tropfens in metallischen Kontakt miteinander gebracht werden. Trennt man sie an dieser Stelle durch ein eingeschobenes Papier- oder Glasplättchen, so bleibt die Wirkung aus. Es muß also die für den Nachweis des Galvanismus durch Muskelzuckungen erforderliche Bedingung eines metallischen Schlusses der Kette auch hier erfüllt werden, wenn sich eine chemische Wirkung auf eines der beteiligten Metalle zeigen soll. Die Vermutung eines engen Zusammenhanges zwischen den chemischen und den galvanischen Erscheinungen wird dadurch noch weiter bestätigt, daß eine Temperaturerhöhung auf beide Vorgänge in beschleunigendem Sinne einwirkt. So durfte also Ritter aus seinen mannigfach abgeänderten Versuchen folgern, „daß galvanische Ketten aus bloß anorg(an)ischen Körpern möglich sind, bei deren Schließung eine Aktion eintritt, welche

Digitized by Google

wegfällt, sowie die Kette geöffnet wird, ... daß diese Aktion auch in anorgischen Körpern von ihr herrührende sichtbare . . (Veränderungen) bewirken könne . . . und daß (diese) nicht die Folge einer momentanen Wirkung der Kette, sondern einer, solange als die Kette geschlossen bleibt, fortdauernden Aktion seien". Damit wurde er schon mit dieser ersten physikochemischen Arbeit zum Begründer einer wirklichen Elektrochemie und konnte als eines ihrer Hauptergebnisse die bis in die Gegenwart als richtig anerkannte Behauptung aufstellen: „Der Prozeß der Niederschlagung des einen Metalls durch das andere aus der Auflösung in Säuren in metallischem Zustande ist also ein völlig galvanischer Prozeß."

Was Ritter hier auf Grund feinster Versuche bei Spannungen hatte zeigen können, die sich kaum über ein Volt erhoben, wurde augenfällig, als *Volta* seine Erfindung der galvanischen Batterie bekannt machte und damit den Physikern ein neues mächtiges Hilfsmittel in die Hand gab. In einem Briefe vom 20. März 1800, der an den Präsidenten der Royal Society in London gerichtet war, beschrieb er die Zusammensetzung der nach ihm benannten „Säule", und die von den englischen Physikern und Chemikern damit angestellten Versuche lehrten alsbald die Wasserzersetzung und die verwandten Erscheinungen der Metallabscheidung aus Metallsalzlösungen kennen. Auf dem Festlande wurde Voltas Erfindung erst einige Zeit später bekannt. Ritter, der durch den Hofrat *Voigt* davon hörte, stellte in Gemeinschaft mit diesem sogleich Versuche an und gelangte ohne Kenntnis von den Ergebnissen der englischen Forscher selbständig zu ähnlichen Resultaten. Sie kamen ihm nicht überraschend, denn er erkannte in ihnen ohne weiteres die Verstärkung derjenigen Erscheinungen, die er an einzelnen Ketten bereits beobachtet hatte. Er machte sich sogar selbst den Vorwurf, daß er aus den in seinem „Beweis des beständigen Galvanismus im Tierreiche" aufgestellten richtigen Grundsatze von der Addition und Subtraktion der einzelnen Spannungsunterschiede galvanischer Ketten nicht die naheliegende Folgerung gezogen und durch geeignete Anordnung zur Wirkungssteigerung seinerseits die Säule erfunden habe. Jedenfalls leitete er aus seinem Spannungsgesetz alsbald theoretisch ab, daß — modern ausgedrückt — die elektromotorische Kraft einer Voltaschen Batterie gleich der Summe der elektromotorischen Kräfte ihrer Schichtungen sein muß. Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen gelang Ritter im Januar 1801 eine wichtige technische Verbesserung. Er wies nach, daß ohne wesentliche Beeinträchtigung der Wirksamkeit zum Aufbau Voltascher Säulen an Stelle des teuren Silbers das ungleich billigere Kupfer verwendet werden kann, ein Vorschlag der fortan allgemein befolgt wurde.

Digitized by Google

Der große Umfang und die Vielseitigkeit von Ritters Untersuchungen verbieten ein Eingehen auf Einzelheiten, so reizvoll es bleibt, den Gedankengängen eines Mannes nachzuspüren, der selbst in seinen großen Irrtümern noch geistreich war. Denn wenn er beispielsweise auf Grund eines zu kurze Zeit angestellten Versuches den Standpunkt vertrat, daß die bei der Elektrolyse des Wassers auftretenden Gase, Sauerstoff und Wasserstoff, nicht Produkte einer wirklichen Zersetzung, sondern Verbindungen des als chemisches Element betrachteten Wassers mit positiver und negativer Elektrizität seien, so gab ihm die Erörterung dieses Gegenstandes Gelegenheit, ganz nebenbei eine Theorie zu besprechen, die den Kern der vier Jahre später von *Grotthuss* entwickelten und für Jahrzehnte maßgebenden Anschauung enthielt. In einem Briefe an *Gilbert* vom 27. Juni 1801 schreibt Ritter: „Etwas weit Entlegeneres als alles, was man noch vorgebracht hat, . . war es, was ich als möglich vor Augen hatte; ich dachte in der Tat, es könnte jemand . . sagen: am Oxygendrahte z. B. werde wirklich Wasser zersetzt; das Atom Hydrogen (Wasserstoff), das im ersten Augenblicke dieser Zersetzung an dem mit dem Drahte grenzenden . . Punkte entsteht, entziehe, während sein Oxygen (Sauerstoff) am Drahte zurückbleibe, dem gleich neben diesem Punkte gelegenen eben noch unzerlegten Atom Wasser sein Oxygen und mache damit Wasser, während das hierbei frei gewordene Hydrogen auf ähnliche Weise auf das dritte Wasseratom, das Hydrogen dieses auf ähnliche Weise auf das vierte usf. wirke, bis endlich zuletzt an das Wasseratom die Reihe kommt, welches mit dem sogenannten Hydrogendrahte unmittelbar grenzt, und nun in der — idealen — Leitungslinie kein neues Wasseratom neben sich findet, daher es frei bleibt und als Hydrogen bleibend auftritt. Einem ersten Strahle solcher Wirkung folgten dann kontinuierlich andere und so käme dann recht begreiflich zuletzt die Summe von Oxygen, die Summe von Hydrogen zustande, die man in der Tat erhält" und die — wie hinzugefügt sein möge — Ritter in einem Apparate getrennt auffangen lehrte, der in seiner grundsätzlichen Gestalt noch jetzt benutzt wird, und dem er selbst wenige Jahre später eine verbesserte Form gab, s. a. Abb. 1 u. 2 a. S. 7. Abb. 3 zeigt das Schema des verbesserten Wasserzersetzungsapparates aus dem Jahre 1806.

Im Anschluß an diese Untersuchungen führte Ritter dann zunächst den Nachweis, daß die von Voltaschen Säulen gelieferte Elektrizität in jeder Hinsicht mit der gewöhnlichen Reibungselektrizität übereinstimmt. Er zeigte — gleichzeitig mit dem Berliner Physiker *Paul Erman* (1764 bis 1851) —, daß alle durch Voltasche Batterien geladenen Körper sich in gleicher Weise anziehen, abstoßen und influenzieren wie die reibungselektrischen, und daß auch Batterien von

Digitized by Google

Leidener Flaschen mittels Voltascher Säulen aufgeladen werden können. Elektrochemische Wirkungen der Maschinenelektrizität hatten bereits *van Marum* (1786) und *Paets van Troostwijk* und *Deimann* (1789) nachgewiesen. Ritter wiederholte diese Versuche in verbesserter und beweiskräftigerer Form, bestätigte im wesentlichen die Ergebnisse seiner Vorgänger und machte den Nachweis der Gleichheit des galvanischen Fluidums mit der Elektrizität so auch von der andern Seite her schlüssig.

Zur ungefähr gleichen Zeit wie die eben erwähnten Versuche stellte Ritter auch eine ausgedehnte Untersuchungsreihe über das Verhalten der Sinnesorgane und des menschlichen Organismus überhaupt gegenüber galvanischen Reizen an. Er bestätigte die Geschmacks- und Lichtempfindungen, die sich bereits bei der Benutzung einfacher galvanischer Ketten zeigen, konnte aber entsprechend den stärkeren Spannungen und Strömen der Voltaschen Säule auch eine Anzahl neuer eindrucksvoller Ergebnisse gewinnen. Soweit es sich dabei um Dauerreize handelt, sind seine Versuchsergebnisse insofern nicht ganz eindeutig, als nach der Art ihrer Anordnung häufig mehrere Arten von Nerven gleichzeitig gereizt wurden, so daß etwa bei Versuchen über Gehörempfindungen gleichzeitig auch reine Schmerzempfindungen Auslösung fanden. Als Hauptergebnis darf man wohl die Feststellung ansehen, daß die beim Schließen und Öffnen des Stromkreises auftretenden Empfindungen von gegensätzlichem Charakter sind und sich z. B. für den Geschmackssinn als saurer bzw. alkalischer Geschmack äußern. Derselbe Gegensatz wie beim Schließen und Öffnen zeigt sich auch bei einer Umkehr der Stromrichtung. Vom Standpunkte unserer heutigen Erkenntnis lassen sich solche Erscheinungen — ähnlich wie es *Hering* für die Farbenempfindung getan hat — durch die Annahme erklären, daß der chemische Gleichgewichtzustand des Nerven, der dem Zustande der Normalempfindung entspricht, durch die elektrolytische Stromwirkung nach der einen oder andern Seite verschoben wird, und daß die zur Wiederherstellung des Gleich-

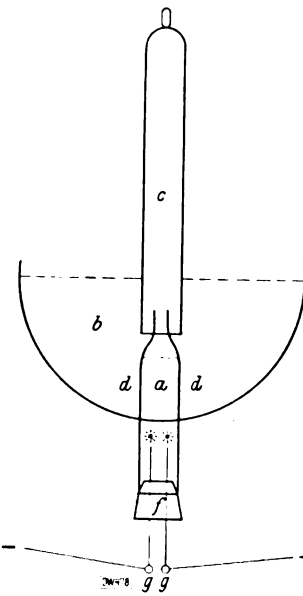


Abb. 3. Verbesserter Wasserzersetzungsapparat (Knallgasvoltameter) aus dem Jahre 1806

a Glasröhre mit zwei Platindrähten als Elektroden
b Glasschale mit Wasserfüllung
c geteiltes Meßrohr zum Auffangen des Knallgases
dd Durchbohrung an *b*
f Verschlußkork
gg Zuführungen von der Voltaschen Säule

Digitized by Google

gewichts führenden Vorgänge bzw. die bei dem veränderten Zustande anders ablaufenden Reaktionen die physischen Begleiterscheinungen und physiologischen Ursachen der Empfindungsvorgänge sind. Damit würde auch aufs schönste übereinstimmen, was Ritter bei starker Reizung des Sehorgans beobachtete. Je nach der Stromrichtung hatte er nämlich die Empfindung eines fast purpurfarbigen Rot oder eines ins Violette spielenden Blau und konnte unter Umständen erreichen, daß etwa bei Blaureizung des Auges ein „rötliches Papier, . . wenn man gerade die rechte Röte des Papiers getroffen hat, ... weder blau noch rot sondern fast ganz ohne Farben" erscheint. Seine weitere Wahrnehmung, daß gleichzeitig auch Veränderungen im Helligkeitseindruck und in der Deutlichkeit der wahrgenommenen Gegenstände auftreten, dürfte auf begleitende Reizungen der Augenmuskulatur zurückzuführen sein.

Nicht weniger bemerkenswert ist eine Briefstelle vom November 1804, in der Ritter 30 Jahre vor Ernst Heinrich Webers großer Untersuchung über „Tastsinn und Gemeingefühl" zu der Feststellung gelangt: „Ich schließe, . . daß der Sinn für Temperatur ein besonderer Sinn für sich ist und nichts mit dem Gemeingefühl zu tun hat." Doch diese und zahlreiche andere Untersuchungen Ritters zur Sinnesphysiologie und zur Elektrophysiologie der Pflanzen harren noch ihrer Erschließung und Würdigung durch einen modernen Physiologen. Sie haben aber unabhängig von ihrer physiologischen Bedeutung auch zu einer bedeutsamen physikalischen Entdeckung geführt.

Seine eben beschriebenen Feststellungen leiteten ihn nämlich bereits 1801 auf die Frage, „ob wohl diese Umkehrung (der Empfindungen) dem menschlichen Körper oder organischen Körpern überhaupt . . allein zukomme, oder ob dies nicht vielmehr eine Eigenschaft aller und jeder Körper, die an der Aktion der Voltaischen Batterie teilgenommen haben, also auch der Metalle und der andern Körper, aus welchen eine Batterie gedachter Art gebaut werden kann, sei?". Im Anschluß an Versuche von *Gautherot*, die dieser nicht richtig hatte deuten können, nahm er 1802 die früher abgebrochene Untersuchung wieder auf und wurde so zur Erfindung der Ladungssäule, der Frühform des Akkumulators, geführt. Er wiederholte zunächst seine älteren Versuche, bei denen er festgestellt hatte, daß Golddrähte, die als Elektroden in einer Zersetzungszelle gedient hatten, nach erfolgter Stromunterbrechung selbst wie eine galvanische Kette wirkten, und ging dann dazu über, die beobachtete Wirkung gemäß dem Prinzip der Voltaschen Säule zu verstärken. „Es war . . im Anfang des Dezember 1802" berichtet er selbst, „als mich die ungemeine Ähnlichkeit solcher der Wirkung der Voltaischen Batterie ausgesetzt gewesenen Drähte mit galvanischen Ketten . . veranlaßte, statt der Drähte Platten zu

Digitized by Google

nehmen und zu versuchen, ob sich die Menge kleiner einzelner Spannungen dieser Platten nicht ebenso zu einer großen gemeinschaftlichen Spannung und davon abhängenden Wirkung auflösen würde, wie es mit den einzelnen Lagen bei Voltas Batterie der Fall ist." Er schichtete zu diesem Zweck „50 Kupferplatten, wovon jede etwas größer als ein Laubtaler und etwa so dick als ein Kartenblatt war, mit ebensoviel kochsalznassen Pappen . . von ungefähr einer Linie Dicke nach der Ordnung Kupfer, Pappe, Kupfer, Pappe usw." zu einer Säule und überzeugte sich davon, daß sie „zu keiner Zeit weder den mindesten Funken, noch Gas, noch Schlag bemerken läßt". Dann verband er die Enden dieser Säule mit den Enden einer Voltaschen Batterie, ließ deren Strom 5 bis 6 Minuten hindurchgehen und schloß nun nach Abschalten der Batterie die aufgeladene Säule möglichst rasch kurz. Sogleich bemerkte er an den sich berührenden Eisendrähten „einen schönen roten sternartigen Funken, ganz wie ihn Voltas Batterie selbst gibt". Ebenso ließ sich mittels der Ladungssäule Wasser zersetzen, wobei die Wirkung allmählich abnimmt. „Scheint die (Ladungs)säule durch Schließung . . erschöpft zu sein, so darf man sie meist nur eine kleine Zeit ruhen lassen, und sie wirkt sogleich von neuem wieder. . . . Schließt man (sie) . . sogleich nach ihrem Austritt aus der Verbindung mit der Batterie durch einen Eisendraht total, und läßt sie eine oder etliche Minuten geschlossen, so zeigt sie nach der Öffnung dann gewöhnlich nichts mehr. Sie ist nun entladen." Was die Erklärung der dabei wirksamen Vorgänge betraf, so ließ sich Ritter durch einen Vergleich der Ladungssäule mit einer Leidener Flasche zunächst auf eine falsche Bahn leiten. Erst Volta gab die richtige Deutung durch die Annahme einer Gasbildung an den Platten, einer „Gaspolarisation" und Ritter schloß sich dann dieser Erklärung an.

Es ist merkwürdig, daß Ritter bei derjenigen Entdeckung, die sein unbestrittenes geistiges Eigentum ist, bei der Ladungssäule, nicht an eine Erklärung auf chemischer Grundlage dachte. Denn sonst ist es grade diese Verknüpfung der elektrischen mit den chemischen Vorgängen, die seine Arbeiten auszeichnet und sie so erfolgreich machte. Dieses Abweichen -- man möchte fast sagen -- von seiner eigenen Regel wird aber verständlich, wenn man sich einer Untersuchungsreihe erinnert, die er kurz vor der Beschäftigung mit der Ladungssäule abgeschlossen hatte. Bei den Versuchen, die er im Januar und Februar 1802 in Gotha mit einer großen Säule von 600 Plattenpaaren anstellte, war er nämlich auf die Frage gestoßen, welche Rolle der Feuchtigkeitsgehalt der Pappscheiben für die Wirksamkeit der Säule spielt. Dies veranlaßte ihn, „zuerst am 6. Februar d. J. geradezu eine Voltaische Säule ohne alle absichtlich hinzugebrachte Feuchtigkeit aus 600 Mal Zink, Kupfer und dem Anscheine nach ganz trockenen Schaf-

Digitized by Google

leder (zu bauen). Einige Zeit nach der Konstruktion zeigte das (mit dieser Säule verbundene) Elektrometer denselben Grad gegenwärtiger Elektrizität als bei Säulen aus 600 Mal Zink, Kupfer, Wasser . . . Auch lud diese trockne Säule . . . die elektrische Batterie (von Leidener Flaschen) wieder zu demselben Grade als nasse Säulen gleicher Größe . . . . Aber die Zeit, in der die Ladung geschah, war verschieden. Wo bei nassen Säulen, selbst nach sechs Tagen, eine Berührung zur Ladung hinreichte, so kurz, als der Experimentator sie zu veranstalten weiß . . . da waren bei diesen trocknen Säulen . . . gegen 10, 15 und 20 Minuten erforderlich." Wurden dagegen zum Aufbau Scheiben aus Schafleder benutzt, die auf einem Ofen wirklich energisch getrocknet waren, so ließ sich keine Spur von elektrischer Ladung wahrnehmen. Es zeigte sich somit unzweideutig, daß es unmöglich ist, „wirksame Säulen aus ganz trockenen Substanzen allein zu konstruieren", und es schien außerdem jeder Leitung von Elektrizität ein Aufladungsvorgang voranzugehen, dessen Dauer vom Feuchtigkeitsgehalt der Zwischenlagen der Säule abhing. Dies veranlaßte Ritter, seine Ladungssäule, wie schon der dafür gewählte Name besagt, als einen „elektrischen Ladungsapparat", ähnlich einer Leidener Batterie, anzusehen.

Wie von den Untersuchungen über die Trockensäule psychologisch der Weg zur Theorie der Ladungssäule führt, so leitet von dort aus ein eigenartiger Gedankengang Ritter auf seine später zu besprechende Erwartung eines Elektromagnetismus; *Chr. Bernoulli* deutet uns in einem Schreiben an van Mons diese Überlegungen an. Ritter, so berichtet er, habe ihn im Anschluß an die Versuche über Polarisationserscheinungen an Golddrähten darauf aufmerksam gemacht, „daß das durch die Verbindung mit der Säule galvanisierte Stück Gold gleichzeitig die Wirkung zweier Metalle ausübe, sich also wie ein Paar von Metallen oder wie ein Bestandteil der Säule (nämlich wie ein einzelnes Plattenpaar verhalte) und daß die Hälfte, die im Kreise dem negativen Pol zunächst gewesen war, sich positiv verhält, während die nach dem positiven Pole gewendete Hälfte negativ geworden ist . . . Da sich das Metall nicht nur galvanisieren, wie das Eisen magnetisieren läßt, sondern auch wie die Magnetnadel zwei Pole zeigt, so war Herr Ritter neugierig, wie eine galvanisierte Goldnadel sich verhalten würde, wenn man sie frei auf einer Spitze schweben läßt" und er glaubte nun festzustellen, daß diese galvanische Nadel sich ähnlich wie eine Kompaßnadel einstelle. Die Theorien, die er in Verbindung dieser Selbstbeobachtung mit anderen ebenfalls fragwürdigen aufstellte, führten ihn dann zu einer weiteren Gruppe von Untersuchungen, die uns erst später beschäftigen sollen. Hier ist zweckmäßig erst die Besprechung der elektrochemischen und physikalischen Forschungen Ritters zu Ende zu führen.

Digitized by Google

Unter Außerachtlassung aller Beobachtungen über Funkenentladung und Rußabscheidung an geladenen Drähten, die in eine Kerzenflamme eintauchen, soll nur erwähnt werden, daß Ritter durch sorgfältige Versuchsreihen den Einfluß festzustellen strebte, den schwache metallische Beimischungen auf die Stellung eines Metalls in der elektrischen Spannungsreihe ausüben. Eine Klarstellung der höchst verwickelten Verhältnisse bei Legierungen konnte ihm aber schon deshalb nicht gelingen, weil die meßtechnischen Hilfsmittel seiner Zeit noch viel zu beschränkt waren. Denn das empfindlichste Galvanoskop bildete in der Hand eines erfahrenen Beobachters noch immer der Froschschenkel, und nur in Einzelfällen vermochte Ritter seine verbesserte Wasserzersetzungszelle mit geteilten Röhren in der Art eines Knallgasvoltameters erfolgreich anzuwenden. Ähnliches gilt von seinen interessanten Beobachtungen über die Bewegungen einer Quecksilberoberfläche unter der Einwirkung elektrischer Spannungsunterschiede. Er nahm hierbei bereits im Sommer 1801 wahr, daß eine Quecksilbersäule im einen Schenkel eines U-Rohres steigt, wenn man seine beiden freien Oberflächen mit Wasser überschichtet und diese Wassersäulen dann mit je einem der Pole einer Voltaschen Säule verbindet. Wir wissen heute, daß Änderungen der Oberflächenspannung des Quecksilbers die Ursache dieser Bewegungen sind, und *Gabriel Lippmann* hat 1875 darauf die Konstruktion seines Kapillarelektrometers begründet, eines höchst empfindlichen Meßgeräts zur Bestimmung geringer Spannungsunterschiede.

Es ist oft mühsam, sich durch die mit großer Weitschweifigkeit geschriebenen Abhandlungen und Briefe Ritters hindurchzuarbeiten, aber man trifft doch immer wieder darin auf erstaunlich feine Beobachtungen und Bemerkungen, und ohne Übertreibung darf man sagen, daß kaum eine grundlegende Tatsache der Elektrochemie bei Ritter unberücksichtigt bleibt. Als Beweis dessen möge eine Stelle aus einem Schreiben an Oersted vom 26. Dezember 1803 hier Platz finden. Ritter schreibt:

„Willst Du aber ein brillantes Schauspiel, so tue in konzentrierte (oder verdünnte) Salzsäure ein Stückchen Platina. Es rührt sich nicht. Bringe nun ein Stäbchen Zink in die Säure. Dies löst sich wohl auf und gibt Gas, aber die Platina ist noch tot. Berühre die Platina mit dem Zink und in dem Augenblick stößt die Platina ganze Wolken von Gas aus. . . . Ferner habe ich Oxydation und Gasentbildung von Hydrogen durch Kette aus zwei feuchten Körpern und einem festen zustande gebracht. Gieße über eine konzentrierte Pottaschelösung behutsam Wasser, daß es sich nicht vermischt. Überziehe ein dünnes Stück Zink in der Mitte mit Wachs und stelle es hinein, so wird sich *a c* oxydieren und *b d* sich mit Gas besetzen (s. a. Abb. 4). Es geht

Digitized by Google

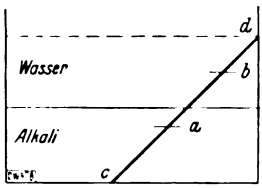


Abb. 4. Versuch zum Nachweis chemischer Wirkungen bei einer sogenannten Konzentrationskette

langsam, aber nach 5 bis 10 Minuten hast Du Oxyd und Gas. Jetzt rühre Wasser und Alkali untereinander — vernichte die Kette — und Du hast in einer Stunde nichts. . . . Ferner ein Hauptsatz: Keine einzige Kette gibt chemische Wirkung, wo das eine Metall nicht in der Säure oder dem Wasser auflöslich . . . ist, und gibt sie welche, so richtet es sich nach dem Grade der Solubilität (Löslichkeit)", (d. h. nach der Stärke des chemischen Verbrauchs dieses Stoffes). Außer einem noch heute gern gezeigten Vorlesungsversuch finden wir also hier die sog. Konzentrationsketten beschrieben und den für die Arbeitsfähigkeit galvanischer Elemente maßgebenden Satz ausgesprochen. Ja selbst der Erkenntnis des Ohmschen Gesetzes kam Ritter nahe, wenn er 1805 aussprach: „Der Effekt der Säule bei gleicher Spannung hängt ab von der Summe der Leitung in der Säule und dem schließenden Bogen."

Beispiele dieser Art ließen sich häufen. Ein einziges, das zugleich die Feinheit von Ritters Beobachtungen zeigt, soll hier noch erzählt und durch einige Worte *Nobilis*, des Erfinders des Thermomultiplikators, eingeleitet werden. „Wenn in der ersten Zeit des Galvanismus," so schreibt er 1828, „wo man die Frösche auf so mannigfaltige Weise anordnete, es einem Physiker in den Sinn gekommen wäre, den Muskel und den Nerv mit zwei langen Drähten desselben Metalls zu versehen und dann das eine freie Ende eines dieser Drähte zu erhitzen, um damit das nicht erhitzte Ende des andern zu berühren, so wäre die Wissenschaft zwanzig Jahre früher um die interessante Entdeckung (der Thermoelektrizität) von Seebeck bereichert worden." Die Bemerkung ist insofern nicht ganz zutreffend, als den Kern der Seebeckschen Entdeckung die Verwendung zweier verschiedener Metalle bildet, deren eine Verbindungsstelle erhitzt wird. Aber genau den von Nobili geforderten Versuch hat Ritter bereits 1798 ausgeführt, jedoch erst drei Jahre später veröffentlicht. Er versetzte zunächst einen „auf gewöhnliche Weise präparierten lebhaften Frosch" durch Berühren mit den freien Enden einer Zink-Silberkette in lebhafte Zuckungen, von denen sich nicht die mindeste Spur zeigte, als er statt dessen zwei gleichartige Zinkstangen benutzte. Nun „erhitzte er die eine davon über glühenden Kohlen, indeß die andere kalt wie bisher blieb, und schloß von neuem. Erst jetzo war hier Zuckung da; . . . erhitzte (er) darauf beide Zinkstangen gleichförmig, . . . erschien keine Zuckung mehr. Der nämliche Versuch gelang . . . mit Blei. In jenem wie in diesem Versuche war die Kontraktion des einen für die Richtung des Stromes bezeichnen-

Digitized by Google

den Froschschenkels) beständig auf der Seite des heißen Metalls, so daß das kalte Metall gleichsam dadurch die Stelle des Silbers zu vertreten bekam." Was Ritter hier fand, war eine echte thermoelektrische Wirkung, weil er kristallisierte und nicht zuvor durch Ausglühen gleichförmig gemachte Metallstäbe benutzte, die den geschilderten Effekt in der Tat zeigen.

Bevor wir aber die weiteren galvanischen Arbeiten Ritters erwähnen, die mehr und mehr von der sichern Grundlage der Erfahrung ins vorwiegend Spekulative abzugleiten beginnen, müssen wir zeitlich wieder etwas zurückgreifen und einer seiner schönsten Entdeckungen gedenken. Den Anstoß dazu gab der von Herschel erbrachte Nachweis, daß im prismatischen Sonnenspektrum die thermometrisch nachweisbare Wärmewirkung der einzelnen Farbbereiche ihren Höchstwert erst jenseits des sichtbaren Bezirkes im Ultraroten erreicht. Ritter vermochte sich nun nicht mit dem Gedanken zu befreunden, daß die eine Seite des spektralen Bildes vor der andern bevorzugt sein sollte, und suchte deshalb nach einer ähnlichen auszeichnenden Wirkung für die violette Seite des prismatischen Farbenbandes. Daß sie nicht in einer Wärmewirkung bestehen könnte, folgte aus Herschels Versuchen, und deshalb kam auch die Verwendung eines Thermometers für den Nachweis etwaiger jenseit des Violett liegenden Strahlen nicht in Frage. Es bedurfte anderer, noch unbenutzter Hilfsmittel. Da entsann sich Ritter einer Bemerkung Scheeles, daß Hornsilber (Silberchlorid) im Violett des Farbenbildes weit eher schwarz werde als in den übrigen Farben. Am 22. Februar 1801 entwarf er deshalb das Spektrum auf einem Streifen weißen mit frischem feuchten Hornsilber bestrichenen Papiers und fand, daß auf der violetten Seite „des Farbenspektrums über diese hinaus unsichtbare Sonnenstrahlen vorkommen, die mit den sichtbaren dieser Seite ein Kontinuum bilden; daß ihre Wirkung dieselbe sei, welche den bereits bekannten sichtbaren dieser Seite zukommt, und daß das Maximum dieser Wirkung . . . außerhalb der Sphäre des Sichtbaren an eine Stelle falle, die von den Grenzen des äußersten Violetts um ein Beträchtliches entfernt ist". Da ihm weitere Versuche zeigten, daß schwarz angelaufenes Silberchlorid im Rot des Spektrums wieder ausgebleicht wird, — ein Versuch von dem auch Seebeck ohne Zweifel durch Ritter selbst Kenntnis hatte und der ihm vielleicht die Anregung zu seinen späteren ähnlich gearteten Untersuchungen gab — so schloß Ritter sogleich in der für sein Denken bezeichnenden Art: „Das ganze Spektrum des Prismas tritt (gemäß diesen Versuchsergebnissen) in einer neuen Dignität auf, als chemisches. Im weißen Lichte sind beide Kräfte, die Oxydation bestimmende (des roten) und die Desoxydation bestimmende (des violetten Teils) im Zustande gegenseitiger Bindung. Das Prisma

Digitized by Google

scheidet sie; das Ineinander wird zum Nebeneinander; gleich + und — trennen sie sich; das ganze Spektrum zerfällt in zwei Teile, von denen der eine (im Rot und Ultrarot) zur Sphäre der Oxydation, der andere zu der der Desoxydation wird." Und so sieht er auch hier als „Resultat einer größern faktischen Untersuchung die Polarität der Chemie, der Elektrizität, des Magnetismus, der Wärme usw. ihren Prinzipien nach . . . als Eine und Dieselbe in allen" aufgezeigt. „Dies Eins und Alles in seiner reinsten, freiesten Erscheinung ist das Licht, . . . die Quelle jeglicher Kraft, die Leben schafft und Tätigkeit."

Die Suche nach dem Bande, das Eins zu Allem bindet, der Versuch, auf die Physik eine Metaphysik der Natur folgen zu lassen, ein Rankwerk gedanklicher Konstruktionen, das die Ganzheit des Weltgeschehens umfaßt und erfaßt, ist es, was Ritter von je und im Laufe der Jahre immer stärker von der Betrachtung und versuchsmäßigen Klärung der Einzelerscheinungen forttrieb, ihn immer stärker drängte „das elektrische System der Körper" aufzustellen und durch ein — nie geschriebenes — System des Galvanismus zu ergänzen, in dessen Rahmen „Physik = Geschichte" würde. Nicht umsonst behandelte seine erste große Rede, die er in München zur Stiftungsfeier der Akademie am 28. März 1806 hielt, „Die Physik als Kunst" und war „Ein Versuch, die Tendenz der Physik aus ihrer Geschichte zu deuten". Denn — mit den Worten eines seiner Fragmente — „die Erde selbst war erst Künstler und Dichter, ehe sie Physiker wurde, und das Individuum wiederholt nur die Geschichte des Ganzen". Eben darum mußte nach seiner Auffassung auch eine Wirkungsbeziehung zwischen den Gestirnen und dem Menschen bestehen, so daß sich daraus Voraussagen treffen ließen, wie etwa die Prophezeiung an Oersted vom 22. Mai 1803: „Wie alles auf Erden, so wird auch der Mensch vom Magnetismus und mit diesem auch die Lage der Ekliptik regiert. Es liegt in der Natur der Sache, daß in das Maximum der Schiefe der Ekliptik der allgemeine Organismus herrschend ist. Mit ihm also auch alle großen Entdeckungen, denn der Mensch macht sie nur, aus seinem besondern Organismus mehr in den allgemeinen gesetzt. Dies schlägt durch alle Wissenschaft durch. So hast Du denn auch in der Elektrizität: parallel mit den Jahren des Maximums der Schiefe der Ekliptik) . . . Erfindung der Kleistschen Flasche 1745; . . . des Elektrophors 1764; . . . des Kondensators 1783; . . . der Volt(aschen) Säule 1800 . . . Du wirst zugeben, daß mit jeder dieser Vorrichtungen in der Elektrizität Epoche wurde und außer diesen keine zu setzen sein. Du wirst also nicht eher auf eine neue Epoche oder deren Anfang als im Jahre 1819 $^2/_3$ oder 1820 zu rechnen haben."

Als Oersted dann zur vorausgesagten Zeit durch seine Entdeckung der elektrischen Wirkung des Stromes in der Tat eine neue Epoche

Digitized by Google

der Elektrizitätslehre eröffnete, verwirklichte er damit zugleich einen Gedanken, dem er und Ritter einst gemeinsam angehangen hatten, den Gedanken einer engen Beziehung zwischen Magnetismus und Elektrizität. Aber die Wirklichkeit sah doch anders aus als die ursprüngliche Idee. Von Ritters polarisierter Goldnadel war schon die Rede. Auf Grund anderer Versuche meinte er aber auch eine unmittelbare elektromotorische Kraft zwischen den beiden Polen eines magnetisierten Eisendrahtes nachgewiesen zu haben und bemühte sich nun, magnetische Batterien nach Art Voltascher Säulen zu bauen. Schließlich ging er noch einen Schritt weiter und suchte der magnetischen Kompaßnadel eine in gleicher Weise drehbar gemachte Zink-Silbernadel an die Seite zu setzen, die sich nach seiner Angabe ebenfalls gegen den geographischen Meridian orientieren sollte. Selbst Oersted war nicht fähig, den Versuch erfolgreich zu wiederholen und Ritter gab ihm brieflich zu, daß die beobachtete Wirkung ganz außerordentlich schwach wäre. Er hielt aber trotzdem an ihrer Richtigkeit aus spekulativen Gründen fest, deren Kerngedanke am klarsten in seinen „Diktaten aus Vorlesungen über den Galvanismus, gehalten zu Jena im Winter 1803 bis 1804" zum Ausdruck kommt. „Die Reihe der Leiter erster Klasse", so lehrt er dort, ...„ist selbst wieder nur ein Stück aus der größern, auch die sämtlichen Isolatoren in sich fassenden. . . . In der Mitte dieser Reihe befinden sich die Metalle und in der Mitte dieser wieder das Eisen als eigentlicher Wohnsitz der Möglichkeit des Magnetismus. Magnetisiertes Eisen, oder der Magnet, zeigt an seinen beiden Polen dieselbe . . . Differenz, die . . . sich an je zwei verschiedenen Gliedern jener großen (Spannungs)Reihe (der Metalle) zeigt." Nun macht sich aber an den Polen einer Voltaschen Säule die elektrische Spannungsdifferenz nur solange bemerkbar, wie die Säule nicht kurz geschlossen ist. Sobald durch Kurzschluß die „Heterogeneität (der stromliefernden Metalle) in Homogeneität" nach vollendeter chemischer Umsetzung übergegangen ist, erlischt der Spannungsunterschied. Das heißt für Ritter, daß „der elektrische Prozeß . . . seinem Prinzip nach ganz identisch mit dem chemischen ist, nur der Grad der Realisierung desselben ist in beiden verschieden. Letzterer ist vollendeter, ersterer gehemmter Vereinigungsprozeß." Rein gedanklich entspricht dem allgemeinen Vereinigungsprozeß ein allgemeiner Trennungsprozeß als Gegensatz, und für Ritter wird „der magnetische Prozeß seinem Prinzip nach ganz identisch mit dem absoluten Trennungsprozeß. In letzterem ist die Trennung vollendet, die in ersterem (im magnetischen Prozeß) gehemmt ist." Erst aus diesen Äußerungen wird verständlich, weshalb Ritter gerade eine Zink-Silbernadel als der Kompaßnadel entsprechend wählte. Zink und Silber bilden die äußersten Enden in der Spannungsreihe der Metalle, deren nächstgelegene Punkte nach seiner Auffassung die beiden Pole magne-

Digitized by Google

tisierten Eisens sind, insofern ihre — angebliche — elektromotorische Wirksamkeit in Frage kommt. Die Zink-Silbernadel ist der dauerhaftere Ersatz der galvanisch polarisierten Goldnadel, die sich übrigens nicht nach den magnetischen sondern nach — wiederum nur von Ritter vermuteten — elektrischen Polen der Erde richten sollte.

Ein gewisser phantastischer Zug, der sich hierin zeigt, fand in München seine weitere Ausbildung. Daß er dort nicht erst entstand, geht klar aus einer großen Anzahl von Briefen aus früherer Zeit her-

Abb. 5. Modell einer Ritterschen Ladungssäule, des ersten Apparates zur Aufspeicherung elektrischer Energie auf chemischer Grundlage. Aus dem Deutschen Museum in München

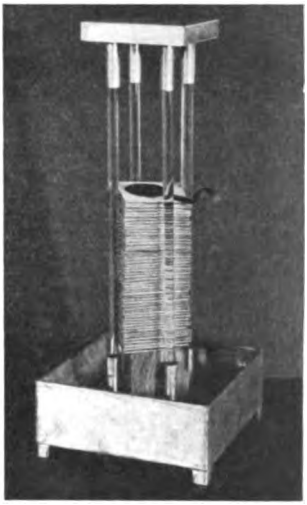


Abb. 6. Rittersche Ladungssäule. Formgetreue Nachbildung der Bauart des Jahres 1803. Aus dem Deutschen Museum in München

vor, es folgt auch aus der ganzen Auffassung, die Ritter vom Wesen der Physik und der physikalischen Spekulation hatte und die wir anfangs schon erwähnten. Sie waren auch der Anlaß für Ritter, im Herbst 1806 nach Italien zu reisen, um den Rutengänger „Francesco Campetti, einen jungen Landmann aus Gargnano" im Auftrage der Akademie nach München einzuladen. *Campetti* folgte der Aufforderung und wurde am 19. August 1807 der Akademie vorgestellt. Ritter widmete sich nun mit Feuereifer den Untersuchungen über das Metallfinden mittels der Wünschelrute, des siderischen Pendels, dem Degendrehen und ähnlichen okkulten Erscheinungen, denen auch Schelling und Baader lebhaftes Interesse entgegenbrachten. Der Bericht davon

Digitized by Google

drang bis zu Goethe, der das Motiv dann in seinen „Wahlverwandtschaften" anklingen ließ. Die Ergebnisse veröffentlichte Ritter in einer eigens dafür geschaffenen Zeitschrift, die wie die ganze Gruppe von Erscheinungen den von ihm geprägten Namen „Siderismus" trug. Die Mehrzahl der Physiker stand dem ganzen Treiben ablehnend gegenüber, und diese Ablehnung teilen auch wir noch, obwohl wir — wie schon ausdrücklich betont wurde — verstehen, warum es Ritter zu solchen Untersuchungen hinziehen mußte. Er blieb auch bis zu seinem Tode von der Stichhaltigkeit seiner Beobachtungen und Spekulationen überzeugt, denn die magische Vorstellung von einer Entsprechung des Makrokosmos Welt mit dem Mikrokosmos Mensch lag ihm gefühlsmäßig nahe, und so freute er sich der Einsicht, „daß diese nämliche Kraft, die Muskeln bewegt und Sensationen erleidet, dieselbe ist, die Körper zu Planeten macht, Planeten rotierend und nutierend um ihre Sonne führt".

Daß ihm bei diesen Beschäftigungen die Fähigkeit zu sorgfältigen Einzeluntersuchungen nicht verloren gegangen war, beweisen seine letzten wissenschaftlichen Arbeiten. In seinen „Versuchen und Bemerkungen über Davys metallähnliche Produkte aus Alkalien" vom Februar und März 1808 bestätigte er nicht nur die von Davy gewonnenen Ergebnisse, sondern erweiterte sie auch durch eine besonders ausführliche Untersuchung über die Eigenschaften des Kaliumamalgams. In den „Neuen Versuchen über den Einfluß des Galvanismus auf die Erregbarkeit tierischer Nerven", über die er der Münchener Akademie am 13. August des gleichen Jahres berichtete, knüpfte er an seine frühesten Versuche wieder an, durch die er 1798 bewiesen hatte, „daß die Modifikation des Nerven . . . entweder in einer Depression oder einer Exaltation der Erregbarkeit bestand, je nachdem jene Nerven entweder mit ihrem Hirn- oder ihrem Muskelende dem einen oder dem andern der elektrischen Pole der Kette zugekehrt waren, und je nachdem ihre Erregbarkeit selbst wieder bis zu einem bestimmten Grade höher oder niederer und damit zugleich in einem Falle die entgegengesetzte von der andern war." Während bei den älteren Versuchen aber nur auf das Verhalten des gereizten Teiles des Nerven Rücksicht genommen war, wandte er sich jetzt der Untersuchung der Frage zu, ob auch die übrigen Teile eines galvanisch gereizten Nerven durch dessen Erregbarkeitsmodifikation in ihrem Verhalten beeinflußt werden. Er fand, daß die „außerhalb der Kette befindlich gewesenen Nervenstücke" ein entgegengesetztes Verhalten aufweisen, wie die im Schließungskreise befindlichen, und daß diese „umgekehrten Modifikationen ihrer Erregbarkeit jederzeit bis in alle noch mit Sicherheit vergleichend untersuchbaren Verzweigungen derselben für die ihnen zugehörigen Muskeln" nachweisbar sind. Die

Digitized by Google

Nerventätigkeit — daran zweifelt Ritter nicht — wird sich eines Tages als ein elektrisches Phänomen erweisen, und er folgert deshalb in einem einzigen wahrhaft Rittermäßigen Satze, der hier als Probe seines manchmal ungeheuerlichen Stiles wie als Beispiel seiner genialen Einsicht stehen möge:

„Hirn und Nerven sind Elektromotoren, und die Natur hat schwerlich dazu Apparate, auf Voltas Art konstruiert, nötig gehabt, da schon das Hydrogen und Oxygen der Feuchtigkeit, ohne die sie nie dem Leben vorstehen könnten, hinreichen, — als die zwei entgegengesetztesten, äußersten Glieder der großen allgemeinen elektrischen Spannungsreihe alles Mannigfaltigen auf Erden nämlich, — alle die ungeheure Elektrizität zu liefern, welche die Summe der organischen Verrichtungen der billigsten Rechnung nach erheischt, deren Spannungen aber, die im geschlossenen organischen Ganzen eben ihrer inneren Verwendung wegen nie zu großer Freiheit oder elektroskopischer äußerer Wahrnehmlichkeit kommen, erst, wo sie dem Tier noch als Zahn und Gebiß — überall wie hier zu Nähr und Wehr zugleich bestimmt — dienen sollen, wie bei den elektrischen Fischen, in jenen Größen, die Neger lähmen und Pferde töten, den Begriff von dem, was sie schon innerhalb vermögen und ihrem Ursprung nach sind, ganz vollenden." Den Abschluß seiner wissenschaftlichen Laufbahn bildete eine „große elektrische Arbeit über Mimosa pudica und andere reizbare Pflanzen in beständiger Parallele mit ähnlichen vergleichenden Versuchen an Fröschen", bei der er an Stelle galvanischer Ströme Maschinenelektrizität anwandte, um die Schwierigkeiten zu umgehen, die bei so reizbaren Versuchsobjekten der schwer kontrollierbare Störeinfluß von unmittelbar an die Pflanzen angelegten Stromzuführungen mit sich bringt.

Erst nach seinem Tode erschienen seine „Fragmente aus dem Nachlaß eines jungen Physikers. Herausgegeben von J. W. Ritter." Heidelberg 1810. Es waren 700 Aphorismen mannigfacher Art, die er aus seinen Tagebüchern und andern Schriftstücken ausgezogen hatte und die ungefähr die Mitte halten sollten zwischen den Fragmenten von Novalis und von Lichtenberg. Sie sollten einen Einblick „in die geheimere Werkstatte des Physikers" gewähren und brachten als Vorrede eine für den Kundigen nur wenig verhüllte Selbstbiographie. Wenn man sie durchblättert, begegnet man noch einmal dem ganzen Menschen in seiner Phantastik wie in seiner Genialität, seiner Mischung aus Zartheit und Derbheit, aus Überheblichkeit und Bescheidenheit, aus Flachheit und Tiefe. Man liest manches Fragment nur mit Kopfschütteln, aber man muß doch auch den guten Instinkt für entscheidbare physikalische Fragestellungen anerkennen, wenn es etwa heißt: „Sind wohl die undurchsichtigen Flüssigkeiten doch für die

Digitized by Google

unsichtbaren Farben noch durchgängig? (Fr. 259). Ob wohl ein elektrisch geladenes Glas doppelte Strahlenbrechung hat?" (Fr. 280). Man bewundert nicht minder das feine Ahnungsvermögen für seelische Zusammenhänge, das aus Äußerungen wie diesen spricht: „Die Kunst scheint das Gebären des Mannes zu sein, das Trennungsphänomen . . . von der innigen Vereinigung der Liebe. Das Weib gebiert Menschen, der Mann das Kunstwerk." (Fr. 495) oder „Alles, was der Mensch erfährt, ist nur die Anschauung seines Wachstums." (Fr. 642). Die ganze Größe seiner Gesinnung, der Adel seines Wollens und Strebens wird schließlich noch einmal in die Worte zusammengefaßt: „Nur daß Unsterbliches entstehe, darf der Mensch die Hand an etwas legen. Fleiß auf das Vergängliche zu wenden, ziemt ihm nicht, und Schande bringt es ihm, wenn er selbst es ist, der, was er schafft, . . . zerstört."

Wer in solcher Gesinnung lebt, schafft und sich verschwendet, der darf wohl von den Nachlebenden fordern: „Verzeiht ihm seine Fehler und denkt an ihn." Ritter hat solches Andenken verdient. Die Anregungen, die er ausstreute, haben fortgewirkt, manches Mal, ohne daß der Mann, der sie aufnahm und der Vollendung entgegenführte, sich dieser Anregung noch bewußt war. Wir begegnen der Spuren Ritters nicht nur bei Oersted, Seebeck, N. W. Fischer und Schweigger. Auch die Begründung von Versammlungen der deutschen Naturforscher und Ärzte, die dann für lange Zeit der Ansatzpunkt des nationalen Einheitsgedankens waren, ist ein Plan, an dessen Verwirklichung Ritter nur durch seinen zu frühen Tod gehindert wurde. Die folgende Generation der deutschen Naturforscher, der Liebig und Mayer angehörten, lehnte das Gewand der romantischen Naturphilosophie, in das Ritter und Schelling ihre Gedanken gekleidet hatten, ab. Das Wesentliche des Suchens und Wollens ihrer Vorgänger übernahmen sie aber, um es — oft unbewußt — zu läutern und zu verwirklichen. Daß sie, die Begründer des Aufschwungs der deutschen Naturforschung, sich beim Einzelergebnis der Forschung nicht mehr begnügen wollten, daß sie darüber hinaus der Erfassung größerer Zusammenhänge zudrängten, der Verbindung der Chemie mit Physiologie und Pathologie, der Erkenntnis der Einheit der Naturkräfte wie sie sich im Prinzip von der Erhaltung der Energie ausspricht, das ist in vieler Hinsicht auf den Einfluß der naturphilosophischen Schule zurückzuführen, deren bester und glänzendster Vertreter Johann Wilhelm Ritter war, der Begründer der wissenschaftlichen Elektrochemie.

Digitized by Google

Zeittafel zur Lebensgeschichte Johann Wilhelm Ritters

1776 am 16. Dezember zu Samitz bei Hainau in Schlesien geb. (Eltern: Johann Wilhelm R. und Juliana Friderica, geb. Decovius).

1791—1795 Apothekerlehrling und Provisor in Liegnitz.

1796 am 27. April Immatrikulation an der Universität Jena.

1797 kritische Notizen zu Humboldts Buch „über die gereizte Muskel- und Nervenfaser; 28. Okt. Vortrag vor der Naturforschenden Gesellschaft in Jena „über den Galvanismus, einige Resultate . . . darüber . . . und die Entdeckung eines in der ganzen lebenden und toten Natur sehr tätigen Prinzips," darin der Nachweis, daß zur Hervorrufung galvanischer Zuckungen der Muskel noch organisch mit einem reizempfindlichen Nerven verbunden sein muß.

1798 „Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Tierreiche begleite." Entdeckung der Erregbarkeitsmodifikationen des Nerven, Erkenntnis der Parallelität zwischen der elektrischen Spannungsreihe und der Oxydabilität der Metalle, Aufstellung des Spannungsgesetzes der galvanischen Kette, Entdeckung des thermoelektrischen Effekts an kristallinen Metallen.

1799 Nachweis der chemischen Wirkung galvanischer Ketten und Anwendung dieser Erkenntnis auf die Deutung chemischer Vorgänge.

1800 „Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus" (1. Bd. 1. u. 2. Stück); Konstruktion eines Wasserzersetzungsapparates mit getrennter Auffangung der entbundenen Gase.

1801 (Januar) Verwendung von Kupferplatten an Stelle der Silberplatten in Voltaschen Säulen. (Jan./Febr.) Nachweis der Identität des galvanischen Fluidums mit der Elektrizität, Untersuchung der sinnesphysiologischen Wirkungen des galvanischen Stromes, 22. Febr. Entdeckung der ultravioletten Strahlen. (Juni) Andeutung der später von Grotthus entwickelten Theorie der Elektrolyse, Studium der elektrokapillaren Erscheinungen des Quecksilbers.

1802 (Jan./Febr.) Aufenthalt in Gotha; „Beiträge" (1. Bd. 3. u. 4. St. 2. Bd. 1. u. 2. St.) 6. Febr. erster Aufbau einer sogenannten „trockenen" Säule. (Dez.) Erfindung der Ladungssäule.

1803 Vorlesungen über Galvanismus im Wintersemester 1803/04 in Jena; Konzentrationsketten.

1804 Streitigkeiten mit der Philosophischen Fakultät in Jena, im Sommer Verlobung mit Johanna Dorothea Münchgesang (geb. den 10. Okt. 1788, gest. zu München, den 20. Nov. 1823) Geburt einer Tochter Wilhelmine (Nov.) Berufung an die Münchener Akademie, Verfassung eines Unterschiedes zwischen Temperatursinn und Gemeingefühl (Unstimmig), Vorzüge der Parallel- bzw. Hintereinanderschaltung von Säulen.

Digitized by Google

1805 Im Frühsommer Übersiedlung nach München, 5. Okt. Geburt eines Sohnes Johann Wilhelm; „Beiträge" (2. Bd. 3. u. 4. St.), „Das elektrische System der Körper"; Nachweis der starken Phosphoreszenzerregung durch ultraviolette Strahlen.

1806 (Herbst) Studienreise nach Italien (Rückkehr am 4. Jan. 1807); „Die Physik als Kunst"; „Physisch-Chemische Abhandlungen in chronologischer Folge" (3 Bde.); Verbesserung des Wasserzersetzungsapparates und seine Benutzung als Meßgerät für quantitative Vergleiche.

1807 11. Januar Geburt einer Tochter Adeline; Versuche mit dem Rutengänger Campetti über die Wünschelrute und das siderische Pendel.

1808 (August) Geburt eines Sohnes August; „Der Siderismus, Neue Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus"; (Febr./März) Wiederholung der Versuche Davys über die Schmelzflußelektrolyse der Alkalimetalle und nähere Untersuchung des Kaliumamalgams. (Aug.) Nachweis der Änderung des Erregbarkeitszustandes in den an den stromdurchflossenen Teil angrenzenden Nervenstücken.

1809 Okt. ernsthafte Erkrankung; als letzte literarische Arbeit Abfassung der Vorrede zu den „Fragmenten aus dem Nachlasse eines jungen Physikers"; Untersuchungen über die Reizbarkeit von Mimosa pudica.

1810 23. Januar zu München gest. „Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers."

Schrifttum

Correspondance de H. C. Oersted avec divers savants. Tome II. Copenhague 1920.

G. H. v. Schubert: Der Erwerb aus einem Vergangenen Leben; Bd. 1/2. Erlangen 1854/55.

H. Steffens: Was ich erlebte. Bd. 4 Breslau 1841.

Ferner die Briefwechsel von Caroline Schlegel, Dorothea Schlegel, Brentano und Goethe sowie unveröffentlichte Briefe im Besitze der Preußischen Staatsbibliothek. – *Clemens Brentanos* Frühlingskranz aus Jugendbriefen ihm geflochten (Ausgabe des Inselverlags).

Karl von Raumers Leben von ihm selbst erzählt. Stuttgart 1866.

C. v. Klinckowström: i. Jahrb. d. Goethegesellschaft. Weimar Bd. 8 (1921); Der grundgescheute Antiquarius. München. Bd. 1 (1921) H. 4/5; Archiv f. Gesch. d. Naturw. u. d. Technik Bd. 9 (1922) H. 2; (daselbst weitere Literatur). „Kraft und Stoff", Beil. z. Deutsch. Allg. Ztg. vom 9. Jan. 1927.

Wegen der Werke Ritters ist auf Poggendorffs Biographisch Literarisches Handwörterbuch und die voranstehende Zeittafel zu verweisen. Wissenschaftliche Würdigungen Ritters finden sich bei:

E. Hoppe: Gesch. d. Physik. Braunschweig 1926.

E. Hoppe: Gesch. d. Elektrizität. Leipzig 1884.

W. Ostwald: Abhandlungen u. Vorträge. Leipzig 1904, und insbesondere

W. Ostwald: Elektrochemie, ihre Geschichte u. Lehre. Leipzig 1896.

Ferner vergleiche man: *P. Hoffmann:* Achim von Arnim über Johann Wilhelm Ritter im Archiv f. Gesch. d. Naturw. u. d. Technik Bd. 10 (1927) H. 3, woselbst Ritter irrtümlich die Verfasserschaft des Schubertschen Romans „Die Kirche und die Götter" zugeschrieben wird.

Digitized by Google

Artur Hazelius

Der Schöpfer des Nordischen Museums und des Freiluftmuseums Skansen in Stockholm

Die Erhaltung technischer Kulturdenkmale ist eine Aufgabe, die das Deutsche Museum nach dem Willen seines Schöpfers schon seit mehreren Jahren gemeinsam mit dem Fachamt Heimatschutz des Reichsbundes Volkstum und Heimat und dem Verein deutscher Ingenieure in Angriff genommen hat. Eine besondere Abteilung im Sammlungsbau des Museums ist den technischen Kulturdenkmalen gewidmet. Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt Oskar v. Miller in dem großen schwedischen Freiluftmuseum Skansen in Stockholm.

Artur Hazelius
geb. 30. 11. 1833 in Stockholm
gest. 27. 5. 1901 in Stockholm

Hier sind aus den verschiedensten Gegenden Schwedens die typischen Bauernhäuser, zu ganzen Höfen vereint, erneut erstanden. Es fehlt nicht die Kirche, der Glockenturm, der Kirchhof. Windmühlen verschiedenster Bauart und Wasserräder beleben das Gelände, und die Tiere des Landes, Rehe, Elche und Renntiere, leben in großen Gehegen mitten im Park. Die wichtigsten Gesteinsarten, die für Schweden so berühmten Kupfer- und Eisenerze in großen Blöcken, zeigen diese Seite des Landes. Die Pflanzen verschiedenster Art gehören mit dazu, und dann kommen noch die Menschen. In ihren Trachten wohnen sie, wenigstens für die Besuchszeit, in ihren Häusern und lassen etwas erkennen von dem ländlichen Hausfleiß. Bewundernswert ist das auf dem Heimatboden entstandene Kunstgewerbe und man ist begeistert, mitten in der Natur, im wundervollen Park, auf verhältnismäßig kleiner Fläche zusammengedrängt, so viel vom Leben und von der Arbeit Schwedens auf sich wirken lassen zu können.

Dieses Museum ist die Schöpfung von Artur Hazelius, dessen Geburtstag sich am 30. November 1933 zum hundertsten Male jährt. Sein Vater, der Hauptmann und später der Generalmajor I. A. Hazelius, der Soldat, Gelehrter und Kulturpolitiker zugleich war, ließ den Sohn auf dem Lande erziehen, damit er früh einen lebendigen Eindruck von Natur und Volksleben erhalte. Lange Ferienwanderungen während seiner Studentenjahre, auch in abgelegenen Gegenden seines Vaterlandes, förderten die Liebe zur Heimat und zum Volkstum. Artur Hazelius studierte Sprach-

Digitized by Google

wissenschaft und war zunächst im Lehramt tätig. Ende der 1860 er Jahre gab er seine Lehrtätigkeit auf, um sich ganz der schwedischen Sprache widmen zu können. Aber schon einige Jahre später finden wir den Sprachforscher als Museumsmann. Auf einer Reise, die er im Sommer 1872 mit seiner jungen Frau in Dalarna unternahm, mußte er die großen kulturellen Veränderungen feststellen, die eingetreten waren, seit er die gleiche Gegend als Student besucht hatte. Schweden stand damals im Anfang des mächtigen Aufschwungs seiner Industrie, der die ganzen wirtschaftlichen Verhältnisse dieses Landes in so hohem Grade umgestalten sollte. Auch andere Kulturländer haben früher oder später eine ähnliche Entwicklung durchgemacht, die das Verschwinden des typischen Volkslebens und die Gleichgestaltung der Kultur mit sich bringt. Aber nirgends hatte man schon von Anfang an vorbauend wertvolles altes Kulturgut gerettet. Hazelius aber überkam damals wie eine Vision die Erkenntnis, daß es jetzt not tue, den traditionellen Zusammenhang mit dem Alten zu retten und die Denkmale des schwedischen Volkes, die Lebensweise, Gedankenwelt, Sitten und Glaubensvorstellung kennzeichnen, seine Kulturgeschichte also, zu sammeln, zu bewahren und wissenschaftlich zu bearbeiten. Mit glühender Vaterlandsliebe, aber auch mit außerordentlicher praktischer Begabung, einem Ordnungssinn, der sich der Pedanterie näherte, und einem streng geschulten wissenschaftlich-kritischen Geist ging Hazelius noch im Sommer 1872 ans Werk. Scheinbar ganz unvermittelt und ohne Mitarbeit irgendeines Anderen begann er schwedische ethnographisch und kulturhistorisch interessante Gegenstände zu sammeln und eröffnete schon ein Jahr später ein kleines Museum, die sogenannten Skandinavisch-Ethnographischen Sammlungen. Beinahe 30 Jahre lang widmete er sich dann der Entwicklung dieser Gründung. Es ist die Geschichte vom Glauben der Berge versetzt, wie es der einzelne Mann vermochte Opferwillen und Begeisterung, Zusammenarbeit und Einigkeit zu wecken und so in Schweden Millionen aufzubringen, um zuerst das Nordische Museum und dann nach ungefähr 20 jähriger Arbeit auch das in seiner Art einzig stehende Freiluftmuseum Skansen zu schaffen. Man hat Hazelius damals den größten Bettler Schwedens genannt, man könnte ihn besser einen Eroberer nennen, dessen Waffe die Kraft seiner Persönlichkeit war. Noch heute gibt es in allen Ständen Schwedens Leute, die bezeugen können, wie unwiderstehlich der kleine Doktor war, wenn er Arbeit oder Geldmittel für seine Museen erheischte.

Als Artur Hazelius inmitten seiner Tätigkeit in Skansen am 27. Mai 1901 starb, war die Zukunft seines Museums gesichert. Der Staat hatte durch ständig erhöhte Zuschüsse gezeigt, daß er das Nordische Museum und Skansen stützen werde, ohne die ursprüngliche Freiheit und das Selbstbestimmungsrecht der Leitung anzutasten. Heute, etwa drei Jahrzehnte später, zeigen sich die Folgen von Hazelius Wirken. Die von den Vätern

Digitized by Google

ererbte Kultur wird in Schweden hoch geachtet, ihre Denkmäler werden von vielen Vereinen und örtlichen Museen, von denen einige wie Skansen angelegt sind, gesammelt und bewahrt. Das Nordische Museum selbst ist in lebhafter Entwicklung begriffen, der Bestand seiner Sammlungen zählte 1932: 190 000 Einzelgegenstände. Im Freiluftmuseum Skansen waren etwa 120 kulturhistorische Gebäude aufgebaut. Unter diesen ist besonders das anspruchslose, aus Holz erbaute Bürgerhaus zu erwähnen, in dem die Familie Hazelius vor 100 Jahren wohnte, das von seinem Platz an einer unansehnlichen Straße Stockholms Balken für Balken vor einigen Jahren nach Skansen übertragen wurde. Es ist so zugleich ein eigenartiges aber wirkungsvolles Denkmal für den Schöpfer dieses Museums.

Digitized by Google

Schriftenreihe

DEUTSCHES MUSEUM

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE

1. Jahrgang (1929)

Heft 1: von Dyck, Wege und Ziele des Deutschen Museums.
Heft 2: Zenneck, Heinrich Hertz.
Heft 3: Treptow, Deutsche Meisterwerke bergmännischer Kunst.
Heft 4: Erhard, Der Weg des Geistes in der Technik.
Heft 5: von Miller, Techn. Museen als Stätten der Volksbelehrung.
Heft 6: Stenger, Geschichte der Photographie.

2. Jahrgang (1930)

Heft 1: Ostwald, Ritter der Vergangenheit und Schmiede der Zukunft. (Einzeln nur noch als Sonderdruck für 0,45 RM erhältlich.)
Heft 2: Exner, Der Ehrensaal des Deutschen Museums.
Heft 3: Anselm, Die Stubaier Kleineisenindustrie.
Heft 4: Tanzer, Vom norischen Eisen zum steirischen Stahl.
Heft 5: Straube, Christian Peter Wilhelm Beuth.
Heft 6: Moll, Der Schiffbauer in der bildenden Kunst.

3. Jahrgang (1931)

Heft 1: Zenneck, Werner von Siemens und die Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Heft 2: Kulenkampff, Röntgenstrahlen und Struktur der Materie.
Heft 3: Cranz und von Eberhard, Die neuzeitliche Entwicklung der Schußwaffen.
Heft 4: Enderlein, Sächsische Zinnbergwerke.
Heft 5: Fuchs, Die Entwicklung des Fernsehens.
Heft 6: Strieder, Die deutsche Montan- und Metall-Industrie im Zeitalter der Fugger.

4. Jahrgang (1932)

Heft 1: Cohn, Faraday und Maxwell.
Heft 2: Weinreich, Wort und Werkzeug in den Predigten des Johann Mathesius.
Heft 3: Carl von Linde zum 90. Geburtstag.
Heft 4: Berdrow, Alfred Krupp.
Heft 5: Uhlendahl, Bibliotheken gestern und heute.
Heft 6: von Miller, Erinnerungen an die Internationale Elektrizitäts-Ausstellung im Glaspalast zu München im Jahre 1882.

5. Jahrgang (1933)

Heft 1: Bolza, Friedrich Koenig, der Erfinder der Druckmaschine.
Heft 2: Maurach, Johann Kunckel (1630 bis 1703).
Heft 3: Hildebrandt, Vom Flugahnen zum Höhenflug.
Heft 4: Blanckertz, Schreibwerkzeug und Schriftform.
Heft 5: Feyerabend, An der Wiege des elektrischen Telegraphen.
Heft 6: Schimank, Johann Wilhelm Ritter.

Die vollständigen Jahrgänge kosten in Leinen gebunden je RM 5.40, im Abonnement (ohne Einbanddecke) RM 4.50. Einzelhefte sind zum Preise von RM 0.90 erhältlich. Einbanddecken kosten je RM 1.35.

Bestellungen auf Einzelhefte und ganze Jahrgänge nimmt jede Buchhandlung entgegen!

VDI-VERLAG BERLIN NW 7

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
LOAN DEPT.
RENEWALS ONLY—TEL. NO. 642-3405
This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

Cut.

INTER-LIBRARY LOAN

AUTO DISC NOV 16 1987

APR 23 1969

DEC 10 1977

REC. CIR. JAN 10 '78

JUL 28 1986

REC. CIR. JUN 30 1986

NOV 06 1988

LD 21A—40m-2,'69
(J6057s10)476—A-32

General Library
University of California
Berkeley

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google

YC 43331

GENERAL LIBRARY - U.C. BERKELEY

B000862215

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Digitized by Google